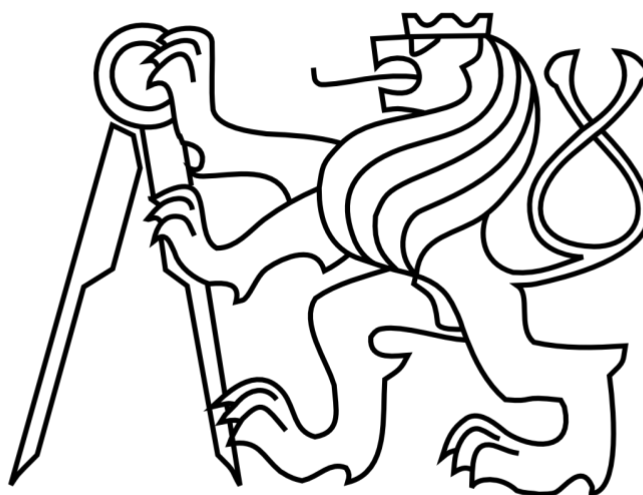


ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ

FAKULTA STAVEBNÍ

Katedra technologie staveb



DIPLOMOVÁ PRÁCE

**Výběr podskružení vodorovné části konstrukce
pro vybrané mosty s ohledem na technologické
parametry**

Bc. Nguyễn Hoàng Hải

2020

Vedoucí diplomová práce: Ing. Tomáš Váchal, Ph.D., Arquitecto Técnico

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem předkládanou diplomovou práci vypracoval samostatně a pouze použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

V Praze

.....
Bc. NGUYỄN HOÀNG HẢI

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Nguyen	Jméno: Hoang Hai	Osobní číslo: 438491
Zadávající katedra: Katedra technologie staveb		
Studijní program: Stavební inženýrství		
Studijní obor: Příprava, realizace a provoz staveb		

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce:	Výběr podsružení vodorovné části konstrukce pro vybrané mosty s ohledem na technologické parametry
Název diplomové práce anglicky:	Selection of the sub-assembly of the horizontal part of the structure for selected bridges with regard to technological parameters
Pokyny pro vypracování:	
Teoretická část:	
- typologie mostních konstrukcí	
- typologie bednění a podpůrných konstrukcí pro mosty	
- porovnání vybraných vlastností řešení od jednotlivých výrobců podpůrných konstrukcí	
Praktická část:	
- návrh variantního řešení podpůrné konstrukce pro bednění vybraných mostů v ČR	
- vícekritériální analýza výběru nejvhodnějšího řešení podpůrné konstrukce vybraných mostů	
Seznam doporučené literatury:	
ŠAFÁŘ, Roman. Betonové mosty 1: přednášky. V Praze: ČVUT, 2010. ISBN 978-80-01-04661-6.	
Technické listy výrobců např. PERI, DOKA.	
Jméno vedoucího diplomové práce:	Ing. Tomáš Váchal, Ph.D., Arquitecto Técnico
Datum zadání diplomové práce:	26.9.2019
Termín odevzdání diplomové práce:	5.1.2019
Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku	
Podpis vedoucího práce	Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

<i>Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v diplomové práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce“ a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.</i>	
Datum převzetí zadání	Podpis studenta(ky)

Poděkování

Touto cestou bych chtěl poděkovat všem, kteří mi zapůjčili potřebné pomůcky a užitečnou literaturu pro psaní mé diplomové práce. Velké poděkování patří mému vedoucímu práce Ing. Tomášovi Váchalovi, A.T., se kterým jsem měl možnost podrobně konzultovat obsah a náplň diplomové práce. Dále bych chtěl poděkovat všem zaměstnancům firmy PERI za cenné rady a informace. V neposlední řadě bych chtěl poděkování věnovat své rodině za pomoc a podporu během celého studia.

Abstrakt

Diplomová práce se zabývá otázkou týkající podskružení vodorovné části konstrukce mostů. V úvodu se zabývám terminologií mostů, popisem a významem jednotlivých konstrukcí. Dále v práci rozdělují základní typy mostní skruže a stručně popisují jejich technické vlastnosti, parametry a porovnávám výhody či nevýhody jednotlivých systémů. V praktické části se zaměřím na jednotlivé systémy vybraných mostů s ohledem na technologické parametry. V rámci své diplomové práce jsem si vybral základní a nejběžnější systémy od společnosti PERI.

Klíčová slova

- Mostní konstrukce
- Lešení
- Lehké podskružení
- Těžké podskružení
- Podpěrná věž

Abstract

The diploma thesis deals with the issue of the falsework of the horizontal part of the bridge construction. In the introduction I deal with the terminology of bridges, description and importance of individual structures. Furthermore, in the thesis I divide the basic types of bridge falsework and briefly describe their technical properties, parameters and compare advantages or disadvantages of individual systems. In the practical part I will focus on individual systems of selected bridges with regard to technological parameters. In my thesis I chose the basic and most common systems from PERI.

Key words

- Bridge construction
- Scaffolding
- lightweight falsework
- heavy falsework
- supporting tower

Obsah

1.	ÚVOD.....	8
2.	MOSTNÍ NÁZVOSLOVÍ	9
2.1	ZÁKLADNÍ POJMY	10
2.1.1	Spodní stavba mostu.....	10
2.1.2	Vrchní stavba mostu	10
2.2	ROZDĚLENÍ MOSTŮ	11
3.	PODSKRUŽENÍ	13
3.1	LEŠENÍ	13
3.1.1	Rozdělení podle účelu.....	13
3.1.2	Rozdělení podle materiálů.....	13
3.1.3	Podle tvaru součásti	13
3.1.4	Podle přemístitelnosti.....	14
3.1.5	Rozdělení podle nosnosti.....	14
3.1.6	Rozdělení podle uspořádání	14
3.2	OBEČNÉ INFORMACE PODSKRUŽENÍ.....	15
3.3	LEHKÁ SKRUŽ	15
3.3.1	Technický popis	15
3.4	TĚŽKÁ SKRUŽ.....	16
3.4.1	Technický popis	16
4.	SYSTÉMY LEHKÉHO PODSKRUŽENÍ	17
4.1	PERI - PERI UP ROSETT	17
4.1.1	Technický popis systému.....	17
4.1.2	Základní díly.....	18
4.1.3	Postup montáže a demontáže.....	19
4.2	PERI - PODPĚRNÉ VĚŽE ST 100	21
4.2.1	Technický popis systému.....	21
4.2.2	Základní díly.....	22
4.2.3	Postup montáže a demontáže.....	23
4.3	DOKA – STAXO 100.....	24
4.3.1	Technický popis systému.....	24
4.3.2	Základní díly.....	25
4.3.3	Postup montáže a demontáže.....	26
4.4	SCASERV - PODPĚRNÉ LEŠENÍ CUPLOK	27
4.4.1	Technický popis systému.....	27
4.4.2	Základní díly.....	28
4.4.3	Postup montáž a demontáž	29
5.	SYSTÉMY TĚŽKÉHO PODSKRUŽENÍ.....	30
5.1	PODPĚRNÝ PILÍŘ PIŽMO (PILÍŘ ŽELEZNIČNÍCH MOSTŮ).....	30
5.1.1	Technický popis systému.....	30
5.1.2	Základní díly systému PIŽMO	31
5.1.3	Postup montáže a demontáže.....	33
5.2	VYSOKOPEVNOSTNÍ PODPĚRY HD 200.....	34
5.2.1	Technický popis systému.....	34
5.2.2	Základní díly.....	35
5.2.3	Postup montáže a demontáže.....	36
5.3	VYSOKOPEVNOSTNÍ VĚŽ VST.....	38
5.3.1	Základní díly.....	39
5.3.2	Postup montáže a demontáže.....	40
6.	NOSNÍKOVÉ STROPNÍ BEDNĚNÍ.....	43
6.1	ZÁKLADNÍ DÍLY	43
6.1.1	Nosníky GT24	43
6.1.2	Překližky	43

7.	POROVNÁNÍ PARAMETRŮ LEHKÉHO PODSKRUŽENÍ	44
8.	POROVNÁNÍ PARAMETRŮ TĚŽKÉHO PODSKRUŽENÍ	45
9.	PRAKTICKÁ ČÁST – MULTIKRITERIÁLNÍ HODNOCENÍ SYSTÉMŮ	46
9.1	POSOUZENÍ VARIANT.....	49
9.1.1	<i>Porovnání z hlediska únosnosti.....</i>	<i>49</i>
9.1.2	<i>Porovnání z hlediska ceny.....</i>	<i>63</i>
9.1.3	<i>Porovnání z hlediska pracnosti.....</i>	<i>69</i>
9.1.4	<i>Porovnání z hlediska dopravy.....</i>	<i>71</i>
9.2	SROVNÁNÍ POMOCÍ METODY POŘADÍ.....	73
9.2.1	<i>Definice.....</i>	<i>73</i>
9.2.2	<i>Určení vah</i>	<i>73</i>
9.2.3	<i>Vlastní výpočet – porovnání.....</i>	<i>74</i>
9.3	SROVNÁNÍ POMOCÍ BODOVACÍ METODY	76
9.3.1	<i>Definice.....</i>	<i>76</i>
9.3.2	<i>Určení vah</i>	<i>76</i>
9.3.3	<i>Vlastní výpočet – porovnání.....</i>	<i>76</i>
9.4	SROVNÁNÍ POMOCÍ METODY TOPSIS	78
9.4.1	<i>Definice.....</i>	<i>78</i>
9.4.2	<i>Vlastní výpočet.....</i>	<i>78</i>
10.	ZÁVĚR.....	83

1. Úvod

Od počátku lidstva se ví, že nejlepší podmínky pro život bývá na území v blízkosti vodních toků. Časem osídlování blízko řek zhoustlo a lidé byli nuceni řeky či další přírodní překážky překonávat, a tak se stali staviteli mostů. Prvotně mosty byly jen kmeny stromů a lana z přírodních vláken, postupně se pak stavělo z kamenů (silniční most přes údolí Petrusse v Lucembursku), z kovů (železniční most Firth of Forth), v dnešní době také z betonu (silniční most přes Vltavu) a předpjatého betonu (Nuselský most).

Do konce 17. století se mosty stavěly podle citu bez statických výpočtů. Zkušenosti stavitelů se přenášely z generace na generaci. Velký pokrok v rozvoji nastává zaváděním poznatků z teorie a objevů v matematice, fyzice a mechanice. Teprve v polovině 17. století vznikla první vzdělávací instituce ve Francii a postupně vznikly další vysoké školy technické v jiných zemích.

V dnešní době jsou mosty většinou navrženy z monolitu, nebo z předpjatého betonu či kombinace s dalšími materiály. Betonové mosty jsou betonovány na místě nebo poskládány z prefabrikovaných prvků. Často se jednotlivé metody kombinují.

Vodorovné monolitické konstrukce jsou betonovány buď na pevných skružích nebo na výsuvných, které jsou postupně vysouvány. Další možnosti jsou například letmá betonáž či vysouvání mostů. V rámci své diplomové práce se budu zabývat jen pevným podskružením.

2. Mostní názvosloví

Mosty jsou všeobecně nejnáročnější stavební konstrukce. Důvody jsou velké dynamické zatížení, výstavba v obtížných podmínkách, konstrukce jsou vystaveny nepříznivým podmínkám a požadavkům na dlouhou životnost.

Dle ČSN 73 6200

Mostní objekt je nedílná součást dopravní cesty (pozemní komunikace, dráhy nebo vodní cesty) v místě, v němž je třeba překonat přírodní nebo umělou překážku přemostěním, popř. zvolit obdobné řešení z vodohospodářských, ekonomických, ekologických nebo estetických důvodů; může také sloužit ke stavebně montážním účelům; pojem mostní objekt zahrnuje

- Mosty
- Propustky
- Lávky

Most je mostní objekt, popř. jeho funkční celek, s kolmou světlostí alespoň jednoho mostního otvoru více než 2,0 m. Most je obvykle tvořen:

- Spodní stavbou
- Nosnou konstrukcí
- Svrškem
- Vybavením
- Přidruženými částmi

Propustek je mostní objekt, popř. jeho funkční celek s kolmou světlostí mostního otvoru od 0,4m do 2,0m včetně.

Lávka je mostní objekt, popř. jeho funkční celek, sloužící chodcům/cyklistům anebo chodcům anebo cyklistům.

2.1 Základní pojmy

Z konstrukčního hlediska se každý most dělí na:

- Vrchní stavba
- Spodní stavba

2.1.1 Spodní stavba mostu

Spodní stavba se skládá ze základů (plošné nebo hlubinné), mostních podpěr, mostních křídel a závěrných zdí.

Základ mostu je souhrn základů mostních podpěr.

Podpěra je svislá nebo nakloněná konstrukce mostu, která přenáší tlakové zatížení od nosné konstrukce na základ.

Mostní křídlo je konstrukce navazující na mostní opěru a uzavírající zemní těleso komunikace po stranách opěry.

Závěrná zídka je část opěry. Má za úkol uzavírat zemní těleso proti nosné konstrukci.

2.1.2 Vrchní stavba mostu

Vrchní stavba mostu se skládá z nosné konstrukce, svršku a výplně

Nosná konstrukce mostu přenáší zatížení z mostního svršku na spodní stavbu. Prvky nosné konstrukce jsou: hlavní nosná konstrukce, mostovka, ložisky a mostní závěry.

Hlavní nosná konstrukce se ukládá buď přímo na mostní podpěry nebo pomocí ložisek, kloubů, případně je vetknutá do podpěr. Konstrukce může být dřevěná, cihelná, kamenná, prostý beton nebo železobeton, ocel nebo kombinace těchto materiálů.

Mostovka slouží k uložení mostního svršku. Přenáší zatížení od dopravy na hlavní nosnou konstrukci.

Ložisko přenáší podporové tlaky z hlavní nosné konstrukce na spodní stavbu. Umožní pohybovou volnost.

Mostní závěry slouží k překrytí dilatačních spár.

Mostní svršek je část mostu uložená přímo nebo nepřímo na nosné konstrukce.

Mostní vybavení jsou zařízení, která se doplňuje ke zvýšení bezpečnosti, k usnadnění prohlídek a údržby. Jsou to svodidla, zábradlí, odpadní zařízení, zábrany, osvětlovací zařízení a revizní zařízení.

2.2 Rozdělení mostů

- a) Rozdělení podle druhu převáděné komunikace
 - Drážní most (železniční, tramvajový, most metra...)
 - Most pozemní komunikace (silniční, dálniční...)
 - Vodohospodářský
 - Sdružený
 - Migrační
- b) Rozdělení podle překračované přírodní nebo umělé překážky
 - Most přes pozemní komunikaci, dráhu
 - Most přes řeku, jezero, záliv...
 - Most přes zastavěné území
- c) Rozdělení podle počtu mostních otvorů nebo polí
 - Most o jednom otvoru, dvou a více
 - Most o jednom poli, dvou a více
- d) Rozdělení podle počtu úrovní mostovek umístěných nad sebou
 - Most s mostovkou v jedné úrovni
 - Jednopatrový most
 - Dvou a vícepatrový
- e) Rozdělení podle výškové polohy mostovky
 - Most s horní mostovkou
 - Most se zapuštěnou mostovkou
 - Most s mezilehlou mostovkou
 - Most s dolní mostovkou
- f) Rozdělení podle přesypávky
 - Most s přesypávkou
 - Most bez přesypávky
- g) Rozdělení podle měnitelnosti základní polohy
 - Nepohyblivý most
 - Pohyblivý most
 - Plovoucí most
- h) Rozdělení podle plánované doby trvání
 - Trvalý
 - Zatímní

- i) Rozdělení dle statické funkce hlavní nosné konstrukce
 - Deskový
 - Trámový
 - Rámový
 - Obloukový
 - Klenbový
 - Věšadlový...
- j) Rozdělení podle průběhu trasy na mostě
- k) Rozdělení podle úhlu křížení
- l) Rozdělení podle materiálů
- m) Rozdělení podle volné výšky na mostě
- n) Rozdělení podle uspořádání příčného řezu



Obrázek 1 - Golden Bridge - Đà Nẵng, Việt Nam

3. Podskružení

3.1 Lešení

Lešení je dočasná konstrukce, která slouží k bezpečnému provádění stavebních, montážních nebo jiných prací.

Lešení se dělí podle:

- a) Účelu
- b) Konstrukční materiálu
- c) Tvaru součástí
- d) Přemístitelnosti
- e) Nosnosti
- f) Uspořádání

3.1.1 Rozdělení podle účelu

Pracovní lešení je lešení s pracovními podlahami, určené k bezpečnému provádění prací ve výškách, popř. dočasná konstrukce, která musí poskytovat bezpečné pracovní místo pro budování, údržbu, opravy nebo bourání staveb a dalších objektů, včetně nezbytného přístupu.

Podpěrné lešení slouží jako podpěrné při provádění stavebních, montážních nebo jiných prací (např. mostní skruž, podpěrné konstrukce bednění). Pro toto lešení platí nová ČSN EN 12812.

Konstrukce jiného účelu.

3.1.2 Rozdělení podle materiálů

- a) Dřevěná
- b) Ocelová
- c) Hliníková
- d) Plastová

3.1.3 Podle tvaru součástí

- a) Tyčová (prvková)
- b) Dílcová (systémová)
- c) Kombinovaná

3.1.4 Podle přemístitelnosti

- a) Pohyblivá
 - Kotvená
 - Volně stojící
 - Zavěšená
- b) Pohyblivá
 - Pojízdna
 - Přemístitelná

3.1.5 Rozdělení podle nosnosti

- třídy 1 s rovnoměrným zatížením podlahy 0,75 kN/ m²
- třídy 2 s rovnoměrným zatížením podlahy 1,50 kN/ m²
- třídy 3 s rovnoměrným zatížením podlahy 2,00 kN/ m²
- třídy 4 s rovnoměrným zatížením podlahy 3,00 kN/ m²
- třídy 5 s rovnoměrným zatížením podlahy 4,50 kN/ m²
- třídy 6 s rovnoměrným zatížením podlahy 6,00 kN/ m²

3.1.6 Rozdělení podle uspořádání

- a) Řadová
 - Dvouřadová
 - Třířadová
- b) Prostorová
- c) Vysunutá
- d) Věžová
- e) Zvláštní
- f) Sdružená
- g) Podpěrná.

3.2 Obecné informace podskružení

Mostní skruž slouží k tomu, aby během stavby nosné konstrukce nad základy bylo vznikající zatížení přímo nebo nepřímo přeneseno do podloží. Může být zajištěno podpěrnými věžemi nebo použitím systému „nástrčkového“ trubkového lešení; potřebné jsou ovšem spojky, které umožní jejich svázání v libovolném místě a v jakékoliv poloze.

Takové provedení pevné skruže však již neodpovídá současnému technickému vývoji. Rozlišují se:

- Lehká skruž (podepření po celé ploše)
- Těžká skruž

3.3 Lehká skruž

3.3.1 Technický popis

Lehká skruž podpírá vlastní bednění vrchní nosné konstrukce tak, že jeho půdorysná plocha je zcela podepřená. Při celoplošném podepření přenáší každý sloupek skruže v závislosti na zvoleném podpěrném systému zatížení přibližně 60 kN.

U všech používaných systému se postupuje podobně. Z jednotlivých dílců o hmotnosti do 25 kg se postaví buď samostatné podpěrné věže, nebo se z nich vytvoří celá řada. Na toto nosné prostorové lešení se po celém půdorysu uloží dno bednicí formy, které současně slouží jako pracovní i komunikační plocha. V místech odskoků bývá toto dno zdvojené. Pokud není zvolený podpěrný systém schválen pro budování samostatně stojících věží, musí být doplněn diagonálním vyztužením k přenesení horizontálních sil, které se vyskytnou při provádění nosné konstrukce.

Při výšce skruže do 8,00 m jsou stojky spojené do rámců nejúnosnějším a nejlevnějším prostorovým lešení, které má navíc výhodu malé hmotnosti jednotlivých dílů. Pokud jsou skruže vyšší, nebo pokud je třeba vytvořit plošiny či komunikace uvnitř skruže, bývají použita prostorová modulová (stýčnicková) lešení. Lze jimi vybudovat skruže až do výšky lešení 22 m. Pokud mají užité systémy patřičné schválení, mohou rámy i lešení stát volně, což znamená, že až do uvedené výšky mohou být nasazeny bez diagonálního ztužení.

K podepření oblouků nebo šikmých částí vrchní konstrukce se používá skruž se samostatně stojícími kyvnými stojkami. S dostupnými šířkami rámců a výškami stojek je možné realizovat stavby jakýchkoliv rozměrů i tvarů.

3.4 Těžká skruž

3.4.1 Technický popis

Častokrát je terén pod mostem nepřístupný pro stavbu. Důvody jsou například vodní toky, silnice nebo železnice v provozu. V takových případech je potřeba tyto překážky překonat, a to rozdělením plošného podepření a použít skruže s členěnými podpěrami. Tímto způsobem jsou zatížení převedena do únosného podkladu v blízkosti pilířů nebo podpěr. Těžké skruže se také používají v případech, kdy je třeba prostorem podpěrné konstrukce projíždět.

Pro těžké skruže se používají členěné opěry z prvků systému vysokopevnostních podpěr. Při maximální výšce do 11 m se skládají z podpěr o únosnosti 200 kN až 400 kN. Díky malé hmotnosti jednotlivých součástí některých systémů lze s nimi manipulovat ručně, což je výhoda v případech, kdy není možné použít jeřáb.

Podpěrné systémy, které jsou z běžných svařovaných ocelových válcovaných profilů, jsou pro tento účel nevýhodné, protože při montáži a demontáži je za potřeby použít jeřáb.



Obrázek 2 - Těžké podskenzení - VST

4. Systémy lehkého podskružení

4.1 PERI - PERI UP Rosett

4.1.1 Technický popis systému

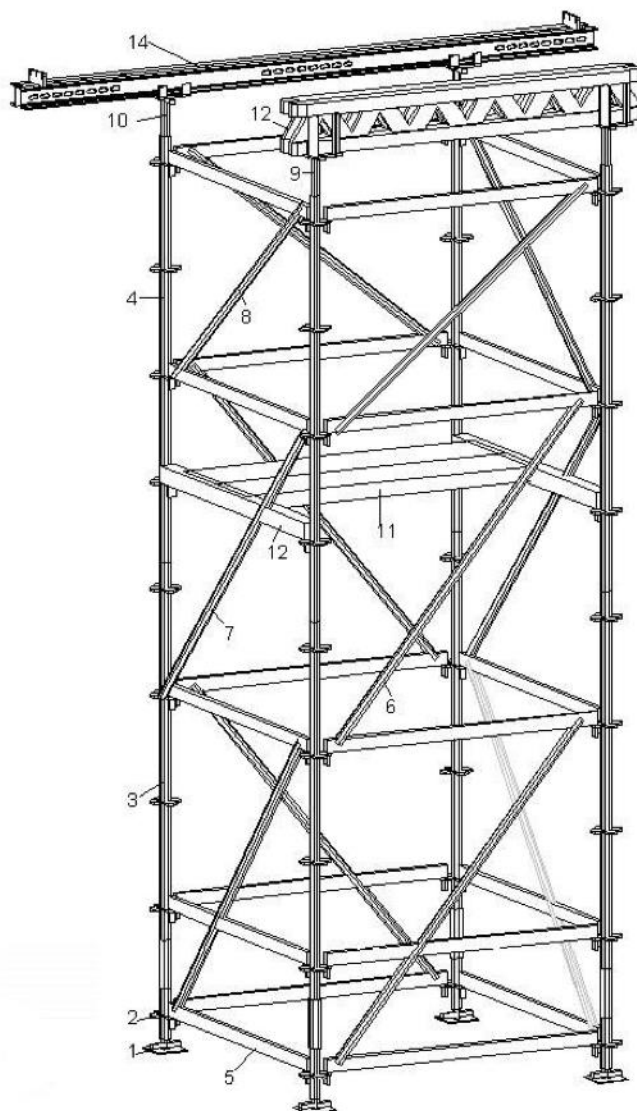
PERI UP Rosett přináší velké množství možností použití dle potřeby stavby. Přenáší nejen svislé ale i vodorovné zatížení. Díly systému jsou pozinkované a odpovídají ustanovení v příslušných normách. Hlavní výhodou systému Rosett je tuhé a únosné spojení ve styčnících.

- Rozměr věží: 25, 50, 75, 100, 125, 150, 174, 200, 225, 250, 300 a 400 cm



Obrázek 3 - Lehké podskružení - ROSETT

4.1.2 Základní díly



Obrázek 4 - Základní díly - ROSETT

- | | |
|--------------------------------|---------------------------|
| 1 – Patka UJB | 12 – Podlahová závora UHD |
| 2 – Základní sloupek UVB 24 | 13 – Dřevěný nosník GT |
| 3 – Vertikální sloupek UVR | 14 – Ocelový nosník SRZ |
| 4 – Koncový vertikální sloupek | |
| 5 – Horizontální výztuha UH | |
| 6 – Diagonála s háčkem UBL | |
| 7 – Styčnicková diagonála UBS | |
| 8 – Styčnicková diagonála UBK | |
| 9 – Křížová hlava 20/24 | |
| 10 – Hlava s kloubovou vidlicí | |
| 11 – Podlaha UDS | |

4.1.3 Postup montáže a demontáže

- Bezpečnostní pokyny

Musí být dodržovány platné předpisy a normy. Jedná se o Nařízení vlády 591/2006 o bližších minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na staveništích a o Nařízení vlády 362/2005 o bližších požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na pracovištích s nebezpečím pádu z výšky nebo do hloubky.

„Lešení lze montovat, demontovat nebo podstatným způsobem přestavovat jen v souladu s návodem na montáž a demontáž obsaženým v průvodní dokumentaci a pod vedením osoby, která je k tomu odborně způsobilá. Provádět uvedené činnosti mohou pouze zaměstnanci, kteří byli vyškoleni a jejich znalosti a dovednosti byly ověřeny. Školení zahrnuje osvojení si znalostí a dovedností, zejména pokud jde o

- a) pochopení návodu na montáž, demontáž nebo přestavbu použitého lešení,*
- b) bezpečnost práce během montáže, demontáže nebo přestavby příslušného lešení,*
- c) opatření k ochraně před rizikem pádu osob nebo předmětů,*
- d) opatření v případě změn povětrnostní situace, které by mohly nepříznivě ovlivnit bezpečnost použitého lešení,*
- e) přípustná zatížení,*
- f) další rizika, která mohou být spojena s montáží, demontáží nebo přestavbou.“ [2]*

„Při nepříznivé povětrnostní situaci je zaměstnavatel povinen zajistit přerušení prací. Za nepříznivou povětrnostní situaci, která výrazně zvyšuje nebezpečí pádu nebo sklouznutí, se při pracích ve výškách považuje:

- a) bouře, déšť, sněžení nebo tvoření námrazy,*
- b) čerstvý vítr o rychlosti nad 8 m.s-1 (síla větru 5 stupňů Bf) při práci na zavěšených pracovních plošinách, pojízdných lešeních, žebřících nad 5 m výšky práce a při použití závěsu na laně u pracovních polohovacích systémů; v ostatních případech silný vítr o rychlosti nad 11 m.s-1 (síla větru 6 stupňů Bf) ,*
- c) dohlednost v místě práce menší než 30 m,*
- d) teplota prostředí během provádění prací nižší než -10 °C.“ [2]*

Před montáží je zhotovitel povinný zkontrolovat, zda je podklad, na kterém bude lešení stát, dostatečně únosný a rovný. Není-li tomu tak, zajistí objednatel vhodné a potřebné podmínky k výstavbě.

- Postup montáže

Na patky UJB se nasadí základní sloupky UVB. Horizontální vzpěry UH se zasunou do rosety základního sloupku UVB, a tím se vytvoří základní rám. Výšku patky se upraví vytočením maticí po šroubovici dle projektové dokumentace.

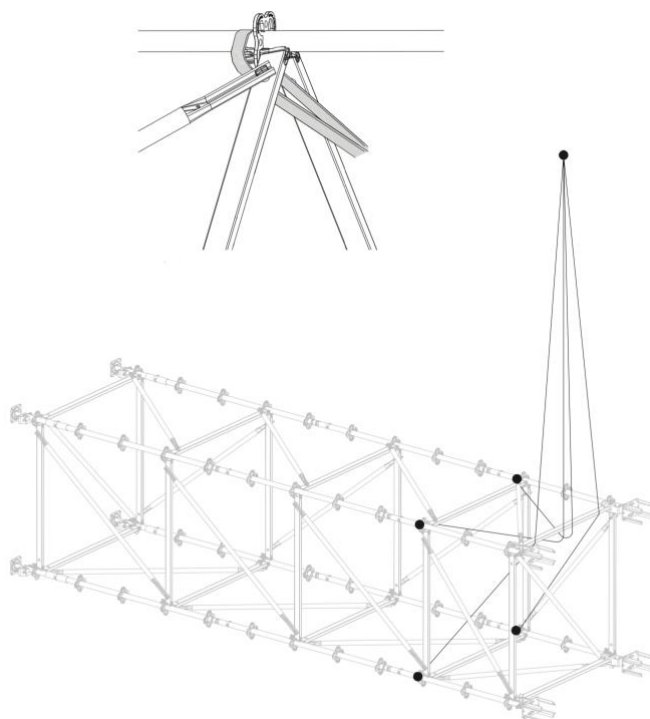
Do základních sloupků UVB se nasadí sloupky UVR. Do vertikálních sloupků UVR pak patří horizontály UH, které se osazují do roset ve vzdálenosti určené projektem. Do horizontál se osazují diagonály UBL.

Pro podepření vrchní konstrukce se používá nosníky GT, které se osadí do křížové hlavy. V případě větší zatížení a rozponu, kdy dřevěné GT nosníky nevyhoví je třeba použít ocelové závory SRZ a SRU. Ocelové závory se osadí do hlavy s kloubovou vidlicí.

Celý postup je možné montovat jak ve svislé poloze, tak i ve vodorovné. Při větších rozměrech věží je doporučeno montovat ve vodorovné poloze.

- Postup demontáže

Nejprve je potřeba stavěcí hlavy a patky povolit. Odebere se bednicí dílce, poté je postup stejný jako při montáži v opačném pořadí.



Obrázek 5 - Zvedání pomocí jeřábu

4.2 PERI - Podpěrné věže ST 100

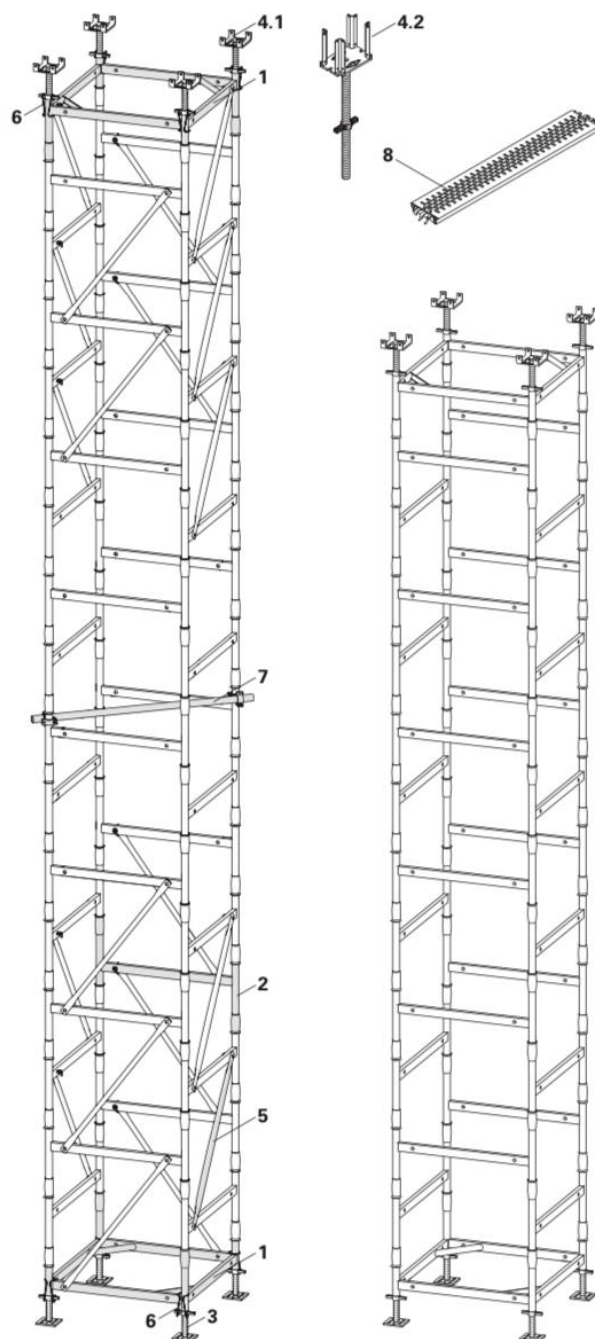
4.2.1 Technický popis systému

Hlavní důvod použití systému ST 100 je snadná a rychlá montáž a demontáž. Jednotlivé díly (rámy) se do sebe vsazují v pravém úhlu. Systém ST 100 má jen jediný půdorysný rozměr a to je 1000 x 1000 mm. Věže lze postavit až do výšky 22,29 m.



Obrázek 6 - Lehké podsružení - ST 100

4.2.2 Základní díly



Obrázek 7 - Základní díly - ST 100

1 – Základní rám ST 100

2 – Nástavec ST 100

3 – stavěcí patka TR 38-70/50

4.1 – Stavěcí hlava s vidlicí TR 38-70/50

4.2 – Stavěcí křížová hlava TR 38-70/50

5 – Diagonální výztuha

6 – Pojistka vřetena ST 100

7 – Horizontální diagonála

8 – Průmyslová podlaha

4.2.3 Postup montáže a demontáže

- Bezpečnostní pokyny

Jako u systému PERI UP Rosett musí být dodržovány platné normy a předpisy. A to Nařízení vlády 591/2006 o bližších minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na staveništích a Nařízení vlády 362/2005 o bližších požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na pracovištích s nebezpečím pádu z výšky nebo do hloubky.

Před montáží je zhotovitel povinný zkontrolovat, zda je podklad, na kterém bude lešení stát, dostatečně únosný a rovný. Není-li tomu tak, zajistí objednatel vhodné a potřebné podmínky k výstavbě.

Sestava vyšší než 4 m je třeba ještě vyztužit zavětrováním pomocí lešenářských trubek.

- Montáž

Podobně jako u systému PERI UP Rosett se montuje ve vodorovné poloze. Nejprve se nastaví stavěcí patky na požadovanou výšku dle projektové dokumentace. Na ně se nasadí základní rám ST100. Postupně se přidává nástavce ST100 do požadované výšky. Dále opět přijde základní rám ST100 na hlavu věže. Nakonec se do základního rámu nasadí stavěcí hlavy. Jako poslední krok se celá věž zvedne pomocí jeřábu.

- Demontáž

Demontáž probíhá v opačném pořadí. Nejprve se povolí stavěcí hlavy a patky. Postupně se odeberou jednotlivé díly ST100.

4.3 DOKA – Staxo 100

4.3.1 Technický popis systému

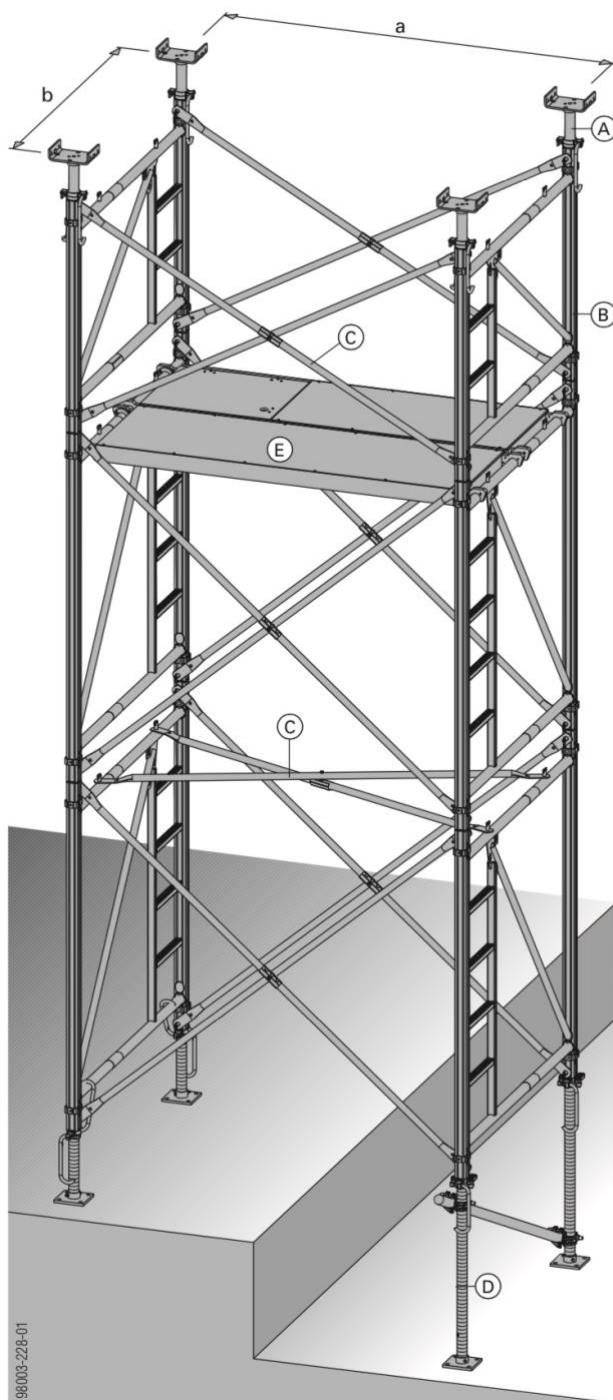
Mezi výhodami systému STAXO 100 od společnosti DOKA patří robustnost, rychlost a všestrannost. Díky rozsáhlým bezpečnostním příslušenstvím dojde tak k nosnosti až 100 kN na každou nohu.

Nosná konstrukce STAXO se používá především jako skruž u staveb mostu. V pozemním stavitelství slouží např. jako podepření stropu u správních budov nebo parkovišť. Také se hodí u staveb průmyslových výškových budov a elektráren.



Obrázek 8 - Systém DOKA - STAXO 100

4.3.2 Základní díly



Obrázek 9 - Základní díly - STAXO 100

A – Hlavice

Systém nabízí několik typů hlavice (vřeteno čtyřcestné hlavice, vřeteno hlavice, vřeteno nosné + upínací matice, vidlicová hlavice). Slouží pro uchycení a výškové nastavení horní konstrukce

B – Rám STAXO 100

Rámy jsou pozinkované ocelové.

3 typy rámu:

Rám STAXO 100 – 1,80 m

Rám STAXO 100 – 1,20 m

Rám STAXO 100 – 0,90 m

C – Diagonální kříže

Ocelové trubky slouží ke ztužení rámu.

D – Paty

Představují dolní stavitelné vřeteno pro nosné konstrukce.

Druhy patek:

Patní vřeteno, vřeteno nosné 70 + upínací matice, vřeteno nosné 130 + upínací matice.

E – Montážní podlažky

4.3.3 Postup montáže a demontáže

- Bezpečnostní pokyny

Obdobně jako u přechozích systémech musí být dodržovány platné normy a předpisy. A to Nařízení vlády 591/2006 o bližších minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na staveništích a Nařízení vlády 362/2005 o bližších požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na pracovištích s nebezpečím pádu z výšky nebo do hloubky.

Před montáží je zhotovitel povinný zkontrolovat, zda je podklad, na kterém bude lešení stát, dostatečně únosný a rovný. Není-li tomu tak, zajistí objednatel vhodné a potřebné podmínky k výstavbě.

- Postup montáže

Systém je možné montovat jak ve vodorovné, tak i ve svislé poloze. Nyní stručně popíši postup montáže ve vodorovné poloze.

Nejprve se rámy položí na dřevěné podkladní profily minimálně 4 cm a spojí se pomocí diagonálních křížů. Diagonální kříže se nasadí na čepy s gravitačními západkami na horizontálních trubkách rámu. Žluté pérové pojistky se stlačí do rámu dovnitř a zasunou se patní díly. Další patro se provádí tak, že se nasadí rám, který má žluté pérové pojistky, pomocí kterých se fixují spojovací čepy. Dále se rám nasadí a vytlačí se modré pérové pojistky. Křížové diagonály na rámy se nasadí stejně jako první patro. Tímto způsobem rámy se bude nasazovat až do požadované výšky. Po dokončení posledního patra se ještě jednou provede kontrola, jestli jsou všechny pérové pojistky uzavřené, všechny gravitační západky musí být zavřené a patní díly zajištěny. Jako poslední krok se celá věž zvedne pomocí jeřábu.

- Postup demontáže

Po položení věže na podkladní profily se může začít s demontáží. Celý postup demontáže proběhne v obráceném pořadí.

4.4 SCASERV - Podpěrné lešení CUPLOK

4.4.1 Technický popis systému

Systém CUPLOK je ocelový, pozinkovaný modulový systém. Je vyráběn z oceli S355 s minimální mezí kluzu 355 MPa a minimální mez pevnosti 510 MPa.

Základní prvky systému CUPLOK se skládá ze stojek, příčníků, podrážek, ztužení, nastavitelných stojek, patek hlav a další příslušenství. Díky unikátní metodě spojování příčníků, stojek pomocí speciálního zámku a rozměrům jednotlivých součástí zajistí systém komplexní pokrytí potřeb v oblasti lešení. Pracovní lešení lze stavět až do výšky 80 m. Únosnost lešení je až 74 kN na stojku díky tuhé rámové konstrukci styčníků a použité vysokopevnostní oceli.

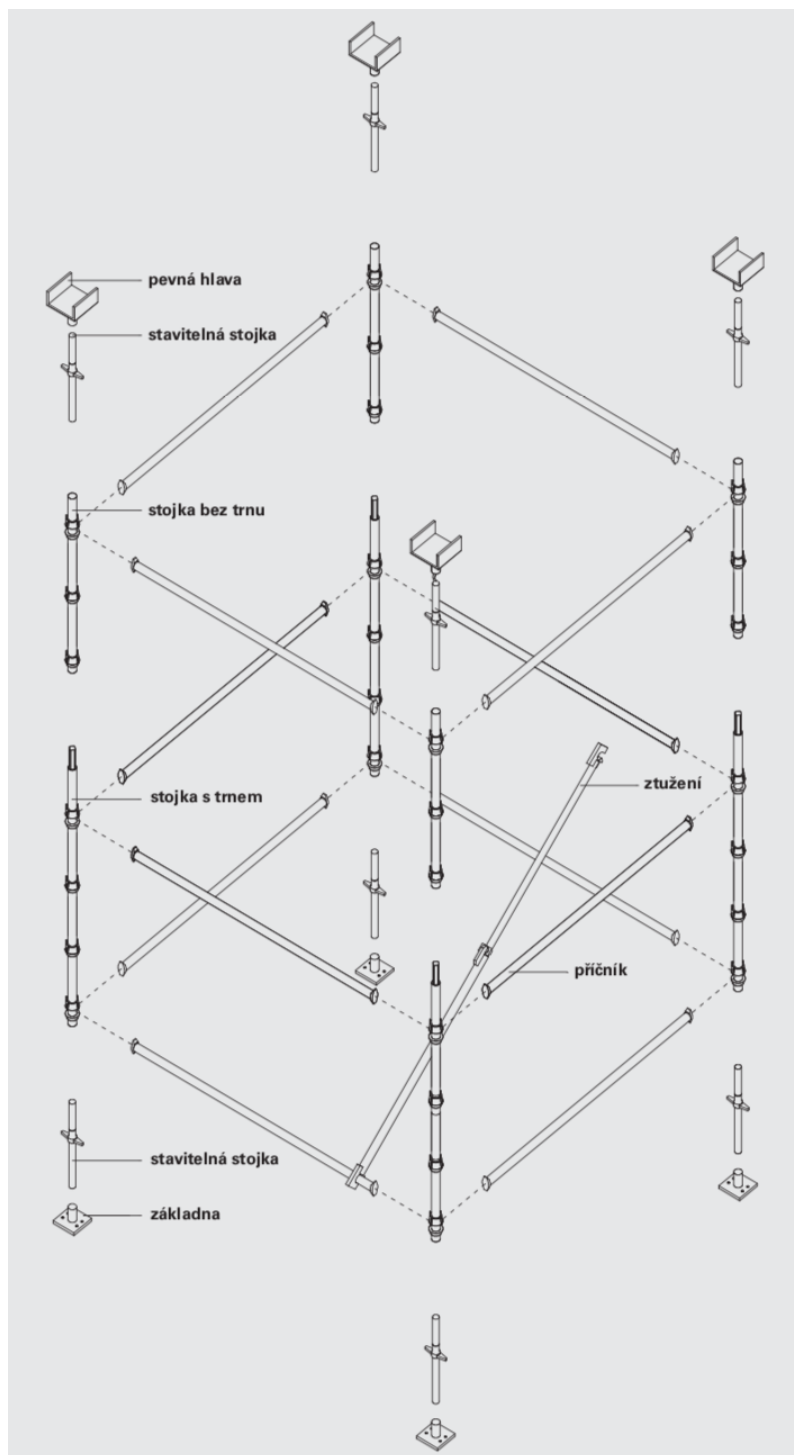
Zámek je tvořen dvěma šálky. Pevný dolní je navařen na stojku po půl metru a horní je posuvný. Kované ploché patky příčníků se umístí do dolního šálku, horní šálek se spustí dolů a otočí, aby zajistil komponenty na požadovaném místě a utáhne se údery kladiva.



Obrázek 10 - Systém SCASERV - CUPLOK

4.4.2 Základní díly

Základní sestava podpěrného modulového lešení CUPLOK se skládá ze základen, stavitelných stojek (660 a 860 mm), stojek s trnem (1m, 2m a 3m) nebo bez trnu (0,4m až 3,0m), pevných hlav (178/108 a 202/108), příčníků (0,6m až 3,0m) a ztužidel.



Obrázek 11 - Základní díly - CUPLOK

4.4.3 Postup montáž a demontáž

- Bezpečnostní pokyny

Musí být dodržovány platné normy a předpisy. A to Nařízení vlády 591/2006 o bližších minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na staveništích a Nařízení vlády 362/2005 o bližších požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na pracovištích s nebezpečím pádu z výšky nebo do hloubky.

Před montáží je zhotovitel povinný zkontrolovat, zda je podklad, na kterém bude lešení stát, dostatečně únosný a rovný. Není-li tomu tak, zajistí objednatel vhodné a potřebné podmínky k výstavbě.

- Postup montáže

Nejdříve se rozmístí nánožky a v nich nasunuté stavitelné stojky na vytyčené body dle projektové dokumentace. Rozloží se první vrstva příčníků a stojek do jejich budoucího umístění. Na stavitelnou stojku se nasune první stojka se správnou délkou. Jeden pracovník drží stojku, druhý vloží do nejnižšího šálku stojky koncové patky dvou příčníků. Spouští se horní šálek a pootočením se utáhne. Potom se osadí druhá stojka a připojí se k volnému konci příčníku. Stejným způsobem se zhotoví ostatní stojky. V odpovídajících polích se provede svislé diagonální ztužení. Další patra se montují analogicky stejně jako u prvního patra. Montáž pokračuje do požadované výšky. Poslední patro musí končit stojkami bez trnu, do kterých se osadí hlavy. Do hlav se uloží odpovídající roznášecí nosníky.

- Postup demontáže

Demontáž lešení se provádí opačným postupem než montáž. První uvolnění se provede stočením matic u pat stojek v místě největšího zatížení. Shazování jakýchkoliv dílců je zakázáno. Jednotlivé prvky je třeba uvolňovat a odstraňovat z konstrukce postupně.

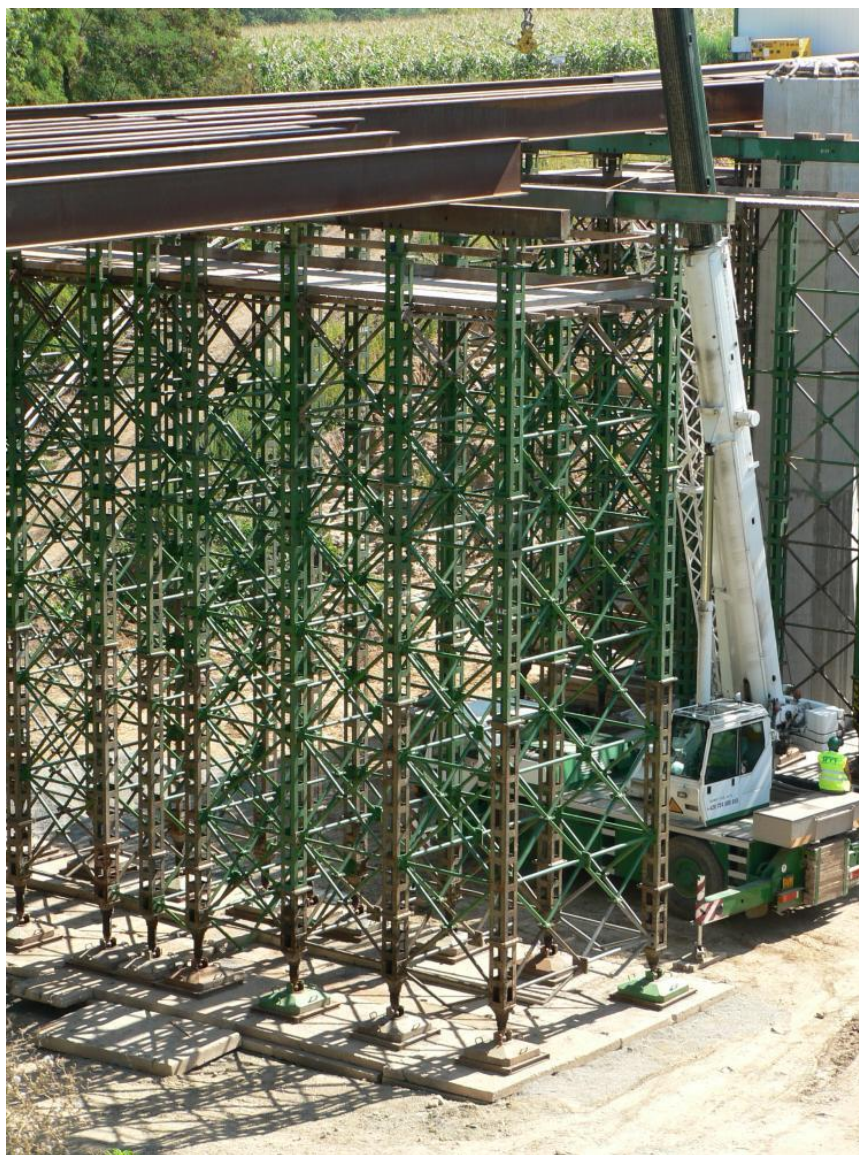
5. Systémy těžkého podskružení

5.1 Podpěrný pilíř PIŽMO (Pilíř Železničních MOstů)

5.1.1 Technický popis systému

Mostní pilíř PIŽMO je ocelová, příhradová a rozbíratelná konstrukce, kterou lze snadno přizpůsobit jak zatížení, tak výšce a únosnosti základové půdy. Součásti se spojují šrouby, výjimečně nýty. Pilíř PIŽMO lze zakládat jak na rošttech, tak i na nánožkách, které lze ukládat na terén nebo na dno vodoteče.

Systém PIŽMO byl navržen jako pilíře dočasných železničních mostů a pomocné podpěry při montáži železničních mostů na souši i ve vodě. Kromě toho lze tento systém použít jako lešení, skruž, montážní stožáry, jeřáby a další jiné pomocné konstrukce.



Obrázek 12 - Provizorní systém - PIŽMO

5.1.2 Základní díly systému PIŽMO

Všechny součásti systému PIŽMO jsou rozděleny do těchto konstrukčních skupin: sloupky (S), ztužidla (Z), roštové nosníky (R), nánožky (N) a šrouby M 20.

Konstrukční skupina a označení	Označení součásti	Název součásti	Váha jednoho kusu v kg
Sloupky (S)	S1	Sloupek 3,2 m	207
	S2	Sloupek 1,6 m	118,6
	S3	Sloupek 1,0 m	84,8
	S4	Sloupek 0,6 m	65,4
	S5	Sloupek 0,4 m	52,5
Ztužidla (Z)	Z1	Ztužidlo čtvercové	50,1
	Z2	Ztužidlo lichoběžníkové	48,0
	Z3	Ztužidlo trojúhelníkové	35,3
	Z4	Ztužidlo přímé	23,3
	Z5	Ztužidlo příčné	18,5
	Z6	Vzpěra	78,4
Roštové nosníky (R)	R1	Nosník roštový 6,5 m	746
	R2	Nosník roštový 4,0 m	465
	R3	Nosník roštový 2,7 m	322
	R4	Nosník roštový 2,0 m	243
	R5	Deska styková malá	11,9
	R6	Deska styková velká	17,9
	R7	Příložka stykový krátká	11,85
	R8	Příložka styková dlouhá	22,0
Nánožky (N)	N1	Podložka nánožková	146,0
	N2	Patka nánožková	123,4
	N3	Noha nánožková	199,7
Šrouby M20	T1	Šroub krátký 61 mm	0,3
	T2	Šroub dlouhý 88 mm	0,4

Tabulka 1 - Základní díly PIŽMO

Sloupky S

Jsou základním nosným prvkem pilíře. Mají čtvercový průřez ze čtyř úhelníků 80 x 80 x 10. Na obou koncích mají přivařenou desku s osmi otvory pro spojovací šrouby. Uprostřed desky je kruhový otvor \varnothing 210 mm. Sloupy mají na všech stranách otvory pro připojení ztužidel.

Ztužidla Z

Ztužidla spojují navzájem sloupky. Jsou svařena z trubek \varnothing 60 mm a mají v místech připojení ke sloupkům přivařeny styčné desky se čtyřmi otvory pro šrouby k spojení se sloupky nebo mezi sebou.

Roštové nosníky

Nosníky se používají k zřízení roštového základu nebo hlavice pilíře. Do základového roštu se kladou vždy v předem smontovaných dvojicích, spojených na obou koncích pomocí malé stykové desky R5. Čela nosníku se spojují pomocí šesti krátkými šrouby T1.

Nánožky

Nánožky N se používají k zakládání pilířů přímo na terén nebo ve vodě. Navzájem se spojují trojúhelníkovými ztužidly. Šroub nánožkové nohy umožňuje regulovat výšku v rozmezí od 0 do 400 mm.

Šrouby

Krátký šroub (T1) se používá ve všech spojích součástí s výjimkou míst, kde se používá dlouhý šroub T2.

Dlouhý šroub (T2) se používá jen ve spojitosti se stykovými příložkami R7 nebo R8 ve spojích při křížování roštových nosníků v hlavici.

5.1.3 Postup montáže a demontáže

- Bezpečnostní pokyny

Musí být dodržovány platné normy a předpisy. A to Nařízení vlády 591/2006 o bližších minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na staveništích a Nařízení vlády 362/2005 o bližších požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na pracovištích s nebezpečím pádu z výšky nebo do hloubky.

Zhotovitel musí zajistit, aby byl potřebný návod k dispozici na stavbě.

Pracovníci musí být seznámeni s obsahem a musí znát bezpečnostní předpisy.

Montáž, demontáž, přestavba nebo přemísťování jsou prováděny pod dohledem způsobilých a oprávněných osob.

Před použitím je nutné zkontrolovat všechny díly a jejich nezávadnost. Poškozené díly se nesmějí používat.

Zhotovitel musí zajistit osobní ochranné pomůcky pro montáž a demontáž jako např. ochranná přilba, ochranná obuv, ochranné brýle, ochranné rukavice...

- Postup montáže

Nejprve k nánožkové podložce N1 se přišroubuje nánožková patka N2. Do jejího lůžka se vloží kulová hlava šroubu, který je všroubován do nánožkové nohy N3. Nánožková noha se v lůžku nánožkové patky zajišťuje šroubem M20. Kloubové uložení šroubu v patce umožňuje přizpůsobit sklon terénu. Nánožky musí být vždy vzájemně spojeny ztužidly. Všechny součásti se k sobě šroubují. Postupně se skládají sloupy, které mají osovou vzdálenost 2,0 m. Sloupy se navzájem spojí pomocí ztužidly. Součástky se k sobě opět přišroubují. Každý prvek má přesně určený počet a typ šroubů. Nakonec se sestaví hlavice pilířů buď jako dvojce roštů nebo vícevrstvý rošt – dle zatížení. Mezi rošty se používá nejen příslušné šrouby, ale také stykové desky a stykové příložky. Všechny díly mají vyšší hmotnost, proto je nutná veškerá manipulace za pomoci jeřábu.

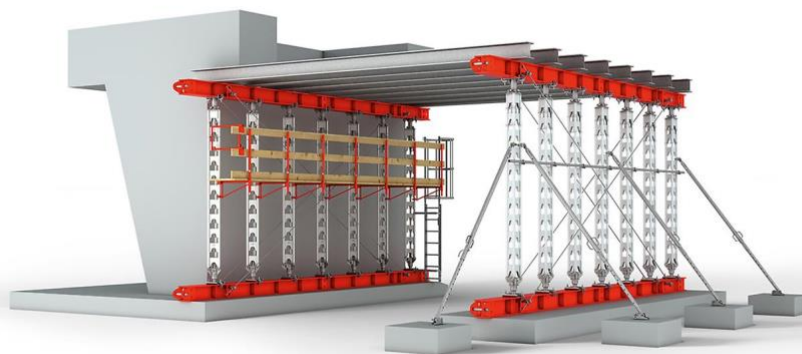
- Postup demontáže

Nejdříve se poklesne sloupky v místě nánožky. Po odstraňování spojů pomocí jeřábu rošty se postupně vytahují. Následuje demontáž dřívku pilíře na jednotlivé díly, a nakonec se demontuje patka.

5.2 Vysokopevnostní podpěry HD 200

5.2.1 Technický popis systému

Systém vysokopevnostních podpěr HD 200 je podpěrné lešení určené k podskružení těžkých staveb. Mohou být nasazeny samostatně nebo v řadě jako součást členěné podpěry. Jsou třítrubkové hliníkové díly s vřeteny, které se montují pomocí kladiva. Maximální přípustné zatížení podpěry je 200 kN. U samostatně stojící podpěr lze stavět až do výšky 16,60 m.

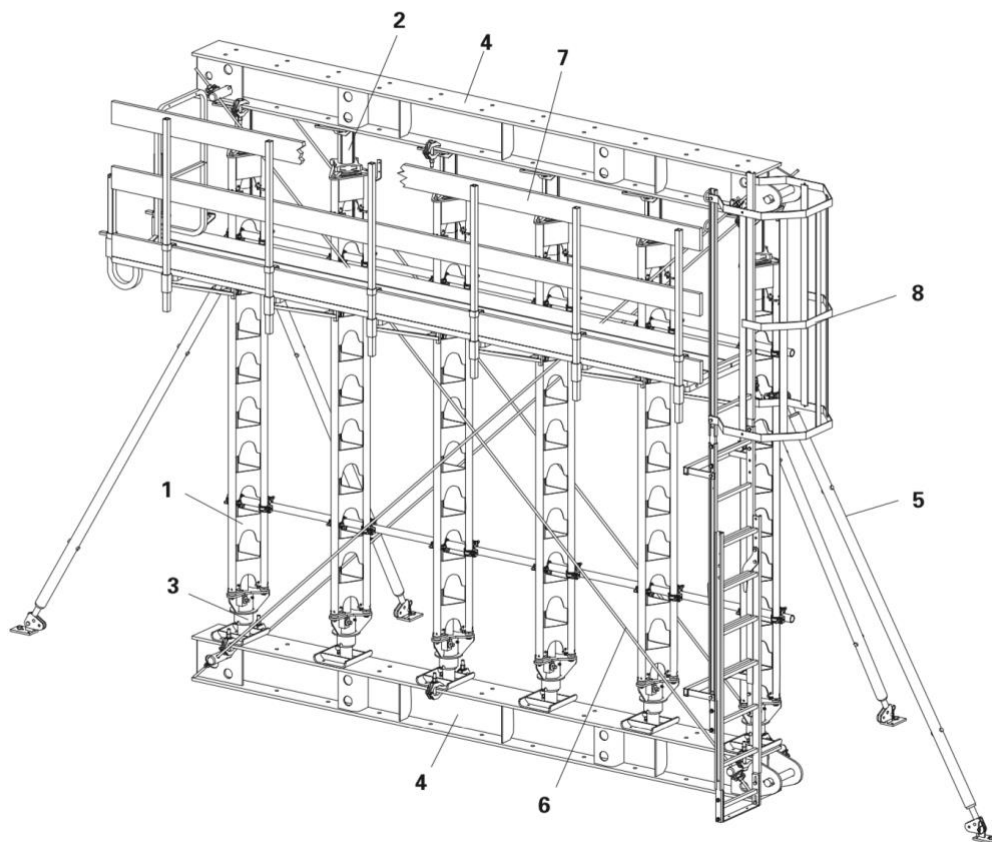


Obrázek 13 - Systém PERI - HD 200



Obrázek 14 - Systém PERI - HD 200 & ROSETT

5.2.2 Základní díly



Obrázek 15 - Základní díly - HD 200

- (1) Podpěra HDS / HDSS – existují ve 4 různých délkách s vestavěnými spojkami pásů montované bez použití nářadí.
- (2) Hlava HDK
- (3) Spouštěcí patka HDA
- (4) Nosníkový HDT – lze použít jako konzola pro pracovní lešení nebo také jako šikmá vzpěra.
- (5) Stabilizátor – jako montážní vzpěra
- (6) Pracovní lávka
- (7) Žebříkový výstup

5.2.3 Postup montáže a demontáže

- Bezpečnostní pokyny

Musí být dodržovány platné normy a předpisy. A to Nařízení vlády 591/2006 o bližších minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na staveništích a Nařízení vlády 362/2005 o bližších požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na pracovištích s nebezpečím pádu z výšky nebo do hloubky.

Zhotovitel musí zajistit, aby byl potřebný návod k dispozici na stavbě.

Pracovníci musí být seznámeni s obsahem a musí znát bezpečnostní předpisy.

Montáž, demontáž, přestavba nebo přemísťování jsou prováděny pod dohledem způsobilých a oprávněných osob.

Před použitím je nutné zkontrolovat všechny díly a jejich nezávadnost. Poškozené díly se nesmějí používat.

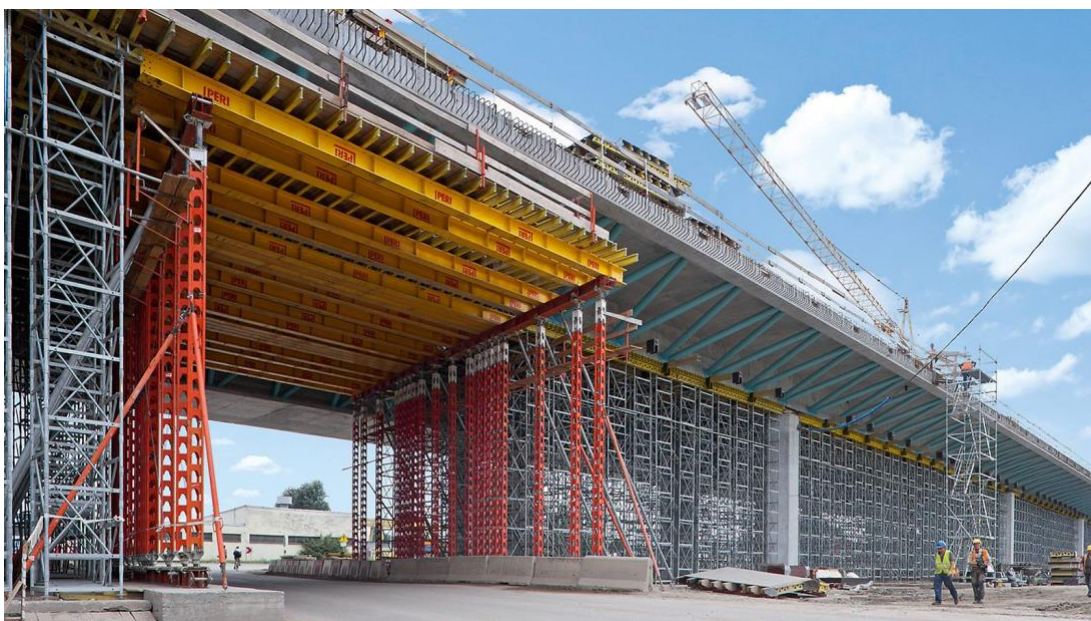
Zhotovitel musí zajistit osobní ochranné pomůcky pro montáž a demontáž jako např. ochranná přilba, ochranná obuv, ochranné brýle, ochranné rukavice...

- Postup montáže

Systém se může montovat jak naležato, tak i na stojato. Nyní stručně popíšeme postup montáže naležato. Nejprve jednotlivé díly se uloží na podkladní hranol. Nejnižší část podpěry se upevní pomocí spouštěcí patky. Postupně se přidávají další díly, a nakonec hlava HDK. Připevní se 2 středící šrouby HD M12 s šestihrannou maticí na patku. Nosníky jsou k sobě spojovány pomocí čepů a zajišťují závlačkami. Ze spodní strany nosníků se montují ztužující diagonály. Dále se nasadí přemontovaná podpěra s vytaženou hlavou mezi oba nosníky. Spouštěcí patka se vytočí a připojí na nosník. Stejným postupem se namontuje zbývající podpěry. U krajních podpěr jsou patky zajištěny dvěma nosíkovými spojkami. Pravidlo platí pro každé druhé nebo třetí podpěry v poli. Namontuje se druhé diagonální ztužení a před konečným napnutím táhel se zkontroluje pravý úhel mezi nosíky a podpěrami. Následně se namontuje pracovní lešení. Maximální vzdálenost mezi konzolami je 1,25 m a maximální dovolené zatížení je 1,5 kN/m. Dále přijde montáž stabilizátorů. Stabilizátory nejsou pro přenos horizontálních zatížení, slouží pouze jako montážní účely. Poslední krok celou sestavu se postaví na požadované místo pomocí jeřábu.

- Postup demontáže

Demontáž probíhá v obráceném pořadí postupu. Nejprve se odstraní nosníkové spojky a středící kolík. Vyjme se spojovací čepy mezi nosníky. Odmontuje se hlavu HDT, všechny podpěry s výjimkou krajní, odstraní se stabilizátory a zbývající podpěry a demontuje se spouštěcí patky. Na nosníku patek se odstraní nosníkové spojky a uvolní středící šrouby. U nosníků pod patkami se vyjmou čepy a podpěry se rozloží na jednotlivé díly.



Obrázek 16 - Systém PERI HD 200

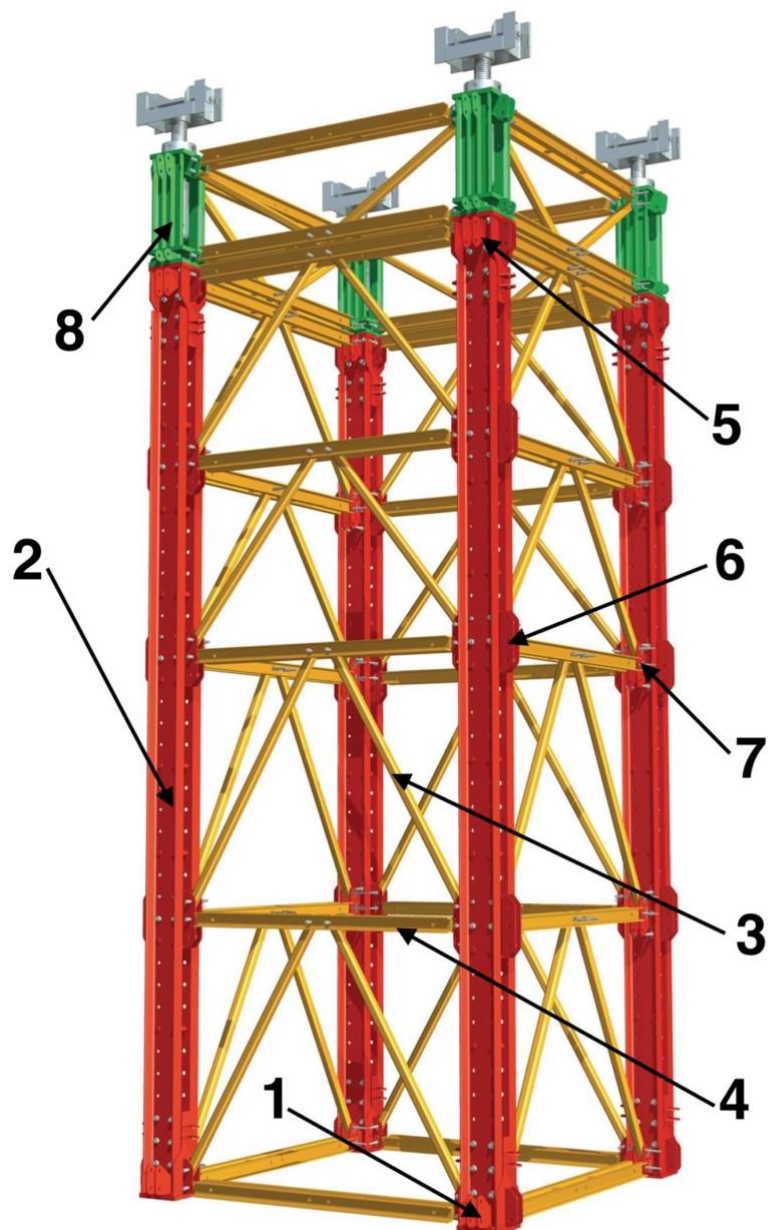
5.3 Vysokopevnostní věž VST

Vysokopevnostní věže VST slouží jako podskružení zejména u staveb, kde vyžadují přenést velké zatížení. V praxi se můžeme vidět jako klasická čtyřsloupová věž, podskružení, podpěrná stěna nebo prostorové podepření. Při výšce do 11 metrů je sloupek schopný přenést zatížení až 700 kN. Maximální dovolená výška věži je 40 metrů.



Obrázek 17 - Systém PERI - Vysokopevnostní systém VST

5.3.1 Základní díly



Obrázek 18 - Základní díly VST

- 1 – Patka VST 48
- 2 – Ocelové závory Universal SRU (kolejnice)
- 3 – Diagonály VST
- 4 – Horizontála VST
- 5 – Sloupková spojka VST48
- 6 – Vazbová spojka VST
- 7 – Příčná spojka VST
- 8 – Hlava VST 100

5.3.2 Postup montáže a demontáže

- bezpečnostní pokyny

Jako u přechozích systémů, musí být dodržovány platné normy a předpisy. A to Nařízení vlády 591/2006 o bližších minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na staveništích a Nařízení vlády 362/2005 o bližších požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na pracovištích s nebezpečím pádu z výšky nebo do hloubky.

Bezpečnostní pokyny a dovolené namáhání musí být dodrženy

Před použitím musí být prováděná kontrola stability, funkčnosti, poškození jednotlivých dílců. Poškozené díly se nesmějí používat.

Lešení může montovat nebo demontovat pouze pod vedením oprávněné osoby a odborně způsobilých osob. Před prvním použitím musí oprávněná osoba zkontrolovat jeho bezpečnou funkci.

Zhotovitel musí zajistit osobní ochranné pomůcky pro montáž a demontáž jako např. ochranná přilba, ochranná obuv, ochranné brýle, ochranné rukavice...

- Postup montáže

Nejprve se položí kolejnice RCS na rovné ploše hranoly. Vyšroubují se šrouby z kolejnice a distanční vložky se vyjmou. Z patky VST a sloupkového spoje se též odstraní šrouby. Sloupková spojka VST se vsune do kolejnice na straně s šesti volnými řadami otvorů. Nasadí se šroub, matice a pevně utáhne. Patka VST se vsune do kolejnice na straně s pěti volnými řadami otvorů. Zasune se šroub, nasadí matice a opět pevně se utáhnou. Vazbová spojka VST se vsune do kolejnice RCS a vycentruje se pomocí objímky. Spojka se upevní vždy dvěma čepy a zajistí závlačkami. Příčná spojka se položí na osu vazbové spojky. Zasune se šroub, nasadí matice a pevně se utáhne. Namontované sloupky se položí na montážní plochu ve vzdálenosti 2,0 m. Horizontálu VST se vsune do patky VST a horizontálu se spojí pomocí čepu a závlačkou. Stejným postupem se namontuje všechny horizontály. Diagonály se připevní na patku jedním čepem se závlačkou. Druhým koncem se nakloní v horizontále a připevní jedním čepem se závlačkou. Celý postup se opakuje u všech diagonál VST.

Hlavy VST se položí na hranoly. Spodní horizontálu VST se připevní k první hlavě a zajistí jedním čepem se závlačkou. Dolní horizontálu se připevní k druhé hlavě a opět se zajistí čepem se závlačkou. Stejným postupem se montuje horní horizontál.

První diagonálu se připevní k hlavě pomocí čepu a druhý konec se připevní k horizontále. Celý modul se připojí ke sloupkové spojnici pomocí čtyř šroubů.

Jeřábové závěsy se připevní k modulu a celý modul se překlápí pomocí jeřábu. Modul se zdvihne a umístí na předem určené místo. Modul se ukotví k základu pomocí táhla DW 15 a matice DW 15. Požadované výšky se dosáhne otáčením vřetenového pouzdra pomocí montážního kolíku a hydraulického válce.

- Postup demontáže

Nejprve se hlava uvolní a modul se připevní na jeřáb. Spoje a kotvení modulu se demontují. Je nutné opustit nebezpečnou zónu, modul pomocí jeřábu se nazdvihne a položí se na zem. Jeřábové závěsy se uvolní a modul se demontuje v opačném pořadí. Distanční vložky kolejnic RCS se umístí opět na správná místa. Konstrukční díly VST se opatří spojovacími prostředky.



Obrázek 19 - Vysokopevnostní systém VST v praxi



Obrázek 20 - Vysokopevnostní systém VST - montáž



Obrázek 21 - Vysokopevnostní systém VST - montáž II.

6. Nosníkové stropní bednění

Stejně jako u svislých konstrukcí můžeme i vodorovné konstrukce rozdělit bednění na panelové a na nosníkové. V České republice se používá hlavně nosníkové bednění. Hlavním důvodem je nízká pořizovací cena.

6.1 Základní díly

Stropní nosníkové bednění se skládá ze tří hlavních dílů. Jsou to betonářské desky, rošty z dřevěných nosníků a stojky. U vysokých nebo těžkých vodorovných konstrukcí jsou stojky nahrazeny různými typy podpěrných věží, které jsou popsány výše.

6.1.1 Nosníky GT24

Betonářské desky jsou položeny na roštu tvořeném dřevěnými nosníky. Nosníky GT24 jsou dřevěné, příhradové s výškou 240 mm a délky od 0,9 m až 6,0 m. Horní nosníky se ukládá v pravidelných vzdálenostech a to 50 nebo 62,5 cm. Záleží na tloušťce konstrukce a únosnost betonářské desky. Dolní nosníky se umísťují kolmo k horním. Vzdálenost dolních nosníků závisí na velikosti zatížení.

6.1.2 Překližky

Na stavbách se běžně setká se dvěma druhy betonářských desek. Prvním typem je třívrstvá deska, potažená oboustranně melaminovou pryskyřicí. Druhým typem je vícevrstvá opatřená ochranným nástřikem. Běžná tloušťka desek je 21 mm. Na doplnění zbytkových rozměrů se používá levné „dořezové“ překližky, které jsou na jedno použití.

7. Porovnání parametrů lehkého podskružení

PERI UP ROSETT	PERI ST 100	SGB CUPLOK	DOKA STAXO 100
1. Materiál			
Ocel S235 Mez kluzu: 235 MPa Mez pevnosti: 360 MPa	Ocel S235 Mez kluzu: 235 MPa Mez pevnosti: 360 MPa	Ocel S355 Mez kluzu: 355 MPa Mez pevnosti: 510 MPa	Ocel S235 Mez kluzu: 235 MPa Mez pevnosti: 360 MPa
2. Způsob uchycení prvků			
Rozeta Výhoda: možnost uchytit až 8 prvků do 1 rozety Nevýhoda: nelze ovlivnit výšku horizontál	Zúžené trubky Výhoda: jednoduchý, rychlý, bez malých dílů Nevýhoda: možnost napojit jen 1 prvek	Šálek Výhoda: 2 druhy (pevný a posuvný) Nevýhoda: uchycení 4 prvky ale pod úhlem 90°	Gravitační západky Výhoda: bez ztracných dílů Nevýhoda: uchycení pouze pod úhlem 90°
3. Hmotnost jednotlivých prvků			
Patka UJB 38-80/55 – 4,40 kg Sloupek UVR: 1,0 m – 5,47 kg 2,0 m – 10,10 kg 3,0 m – 14,80 kg Základní sloupek UVB 24: 2,50 kg Horizontála UH: 72 – 2,51 kg 104 – 2,46 kg 150 – 4,79 kg 250 – 7,46 kg Diagonála UBL: max. 300/200 – Stavěcí křížová hlava TR 38-70/50: 7,74 kg	Stavěcí patka TR 38-70/50: 5,17 kg Základní rám ST100: 17 kg Nástavec ST100: 6,93 kg Diagonální výztuha ST100: 2,28 kg Stavěcí křížová hlava TR 38-70/50: 7,74 kg	patka + univerzální stojka 860 mm: 6,20 kg Stojka s trnem: max. 3,0 m – 16,60 kg Příčník: max. 2,5 – 9,50 kg ztužení s otočnými patkami: hlava + stojka: 0,186 – 5,20 kg	vřeteno nosné 70 + upínací matice B: 10,20 kg rám STAXO: max. 37 kg diagonální kříž: 3-10 kg vřeteno + upínací matice: 11,20 kg
4. Nejtěžší prvek			
19,4 kg (UVR 400)	17,0 kg (základní rám ST100)	16,6 kg (stojka s trnem)	37 kg (rám STAXO 100 1,8 m)
5. Únosnost			
41 kN	53 kN	74 kN	90 kN

Tabulka 2 - Porovnání parametrů lehkého podskružení

8. Porovnání parametrů těžkého podskružení

PIŽMO	HD 200	VST
1. Materiál		
Ocel 11 523 mez kluzu: 275 MPa mez pevnosti: 450 MPa	Ocel S355JR Mez kluzu: 355 MPa Mez pevnosti: 510 MPa	Ocel S355 Mez kluzu: 355 Mpa Mez pevnosti: 510 MPa
2. Způsob uchycení prvků		
Šroubové spoje Výhoda: jednoduchá výměna Nevýhoda: delší doba montáže	Spojky Výhoda: Neztratný díl	čepy s závlačkami Výhoda: Jednoduchá výměna, rychlá montáž
3. Hmotnost jednotlivých prvků		
Nánožky N: N1 – 146,99 kg N2 – 123,4 kg N3 – 199,7 kg Sloupky S: S1 3,2m – 207 kg S2 1,6m – 118,60 kg S3 1,0m – 84,80 kg S4 0,6 – 65,40 kg S5 0,4m – 52,50 kg Roštový nosník R: R1 6,5m – 746,99 kg R2 4,0 m – 464,00 kg R3 2,7 m – 322,00 kg R4 2,00 m – 243,00 kg Ztužidla Z: Z1 – 50,1 kg Z2 – 48,00 kg Z3 35,30 kg Z4 – 23,3 kg Z5 – 18,50 kg Z6 – 78,40 kg	Spouštěcí patka HDA – 31,50 kg Podpěra HDS: HDS 30 – 5,31 kg HDS 90 – 11,30 kg HDS 270 – 29,50 kg Nosník pod patkami HDT: HDT 280 – 363 kg HDT 440 – 556 kg HDT 880 – 1072 kg Ztužení: táhla DW 15, napínací válec a matice Hlava HDK - 25,70 kg	Patka VST 48 – 45,50 kg Sloupková spojka VST 48 – 48,20 kg Vazbová spojka VST – 18,60 kg Příčná spojka VST – 7,09 kg Výškový adaptér 125 – 28,9 kg Výškový adaptér 250 – 35,40 kg Horizontála VST 200 – 31,40 kg Diagonála VST Diagonála VST 200/62,5 – 8,90 kg Diagonála VST 200/100 – 10,90 kg Diagonála VST 200/112,5 – 11,7 kg Diagonála VST 200/150 – 14,10 kg Ocelové závory Universal SRU SRU U120 I = 0,72 – 5,97 18,10 kg – 159,00 kg Kolejnice RCS RCS 148 – RCS 398 78,20 kg – 209,00 kg
4. Montáž		
Nutnost jeřábu	Nutnost jeřábu	Nutnost jeřábu
5. Únosnost		
646 kN	200 kN	700 kN

Tabulka 3 - Porovnání parametrů těžkého podskružení

9. Praktická část – multikriteriální hodnocení systémů

Jako příklady do praktické části jsem si vybral:

1) SO 203

Název stavby	D1 Modernizace – úsek 7, Exit 56 Soutice – Exit 66 Locket
Objekt č.	07-203.1
Název objektu	Most ev. č. D1 – 062 – pravý most
Evidenční č. mostu	D1 – 062..1



Obrázek 22 - Objekt 203



Obrázek 23 - Objekt 203 II.

2) SO 205

Název stavby	D1 Modernizace – úsek 7, Exit 56 Soutice – Exit 66 Locket
Objekt č.	07-205.1
Název objektu	Most ev. č. D1 – 064 – pravý most
Evidenční č. mostu	D1 – 064..1



Obrázek 24 - Objekt 205 a 206



Obrázek 25 - Objekt 205

3) SO 206

Název stavby	D1 Modernizace – úsek 7, Exit 56 Soutice – Exit 66 Locket
Objekt č.	07-206.1
Název objektu	Most ev. č. D1 – 065 – pravý most
Evidenční č. mostu	D1 – 065..1



Obrázek 26 - Objekt 206

Při výběru nejvhodnější varianty podskružení budu brát v úvahu pouze vodorovnou část mostu, to je mostovka. Základy, opěrné stěny a křídla mostu nejsou zohledněny.

Pro vyhodnocení z hlediska ceny vycházím z cenových nabídek od firmy PERI. Z hlediska únosnosti jsou hodnoty převzaty ze statických tabulek od též firmy. Stejným duchem je porovnání z hlediska pracnosti.

9.1 Posouzení variant

9.1.1 Porovnání z hlediska únosnosti

Nejprve je potřeba navrhnout a ověřit únosnost dřevěných nosníků GT24 $l=3,90\text{m}$. Maximální vzdálenost mezi nosíky jsou, dle tabulky výrobce, 417 mm. Z bezpečnostních důvodů uvažuji maximální tloušťku mostovky, tj. 0,9m. Ve všech případech jsou dřevěné nosíky uloženy stejně. Vzdálenost mezi podporami je 850 mm.

- Vstupní údaje:

Tíha bednění $Q_1 = 0,4 \text{ kN/Mm}^2$

Tíha obsluhy $Q_2 = 0,75 \text{ kN/m}^2$

Tíha betonu $Q_3 = 24,5 \text{ kN/m}^3$

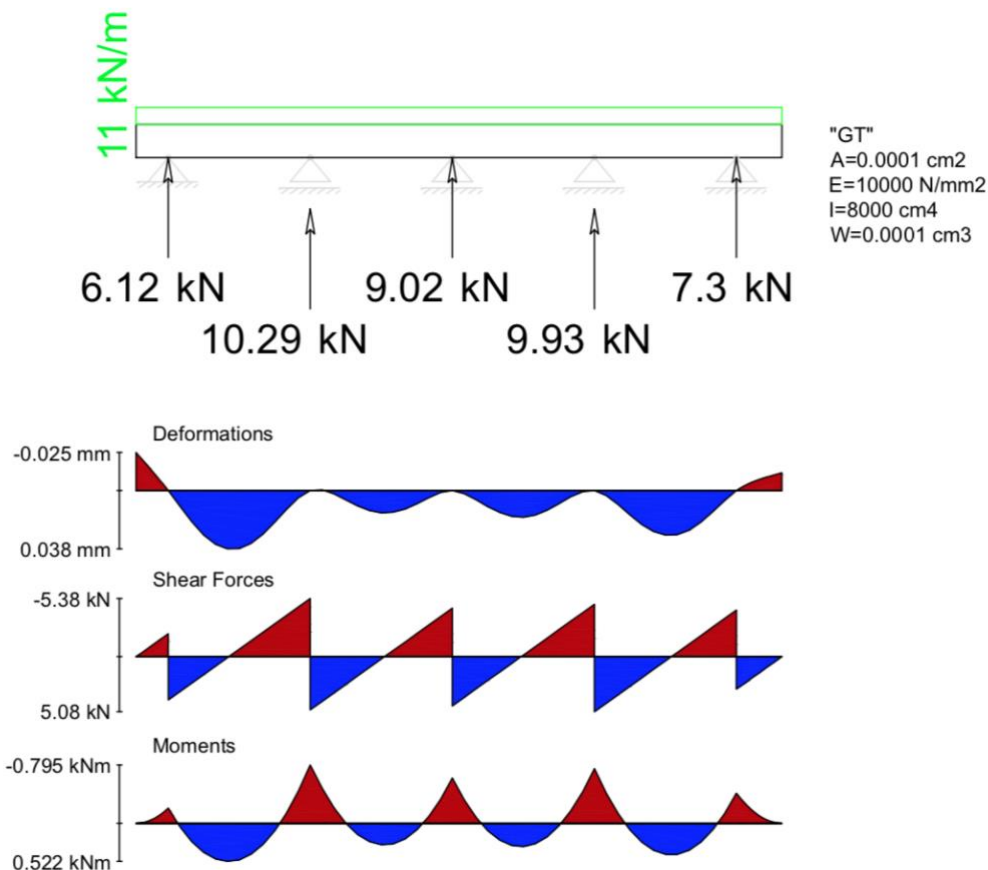
- Dřevěný nosník GT24

Únosnost ve smyku $Q_{d\max} = 14 \text{ kN}$

Únosnost v ohybu $M_{\max} = 7 \text{ kNm}$

Vlastní hmotnost $Q_0 = 5,0 \text{ kg/m}$

$EI_y = 887 \text{ kNm}^2$



Posouzení:

Posouvající síla	$V_{ed} = 5,38 \text{ kN}$	$V_{rd} = 14 \text{ kN}$	Vyhovuje
Moment	$M_{ed} = 0,795 \text{ kNm}$	$M_{rd} = 7 \text{ kNm}$	Vyhovuje
Průhyb	$W_{max} = 0,038 \text{ mm}$	$W_{dov} = 1,7 \text{ mm}$	Vyhovuje

Tabulka 4 - Posouzení GT nosníků

Maximální dovolený průhyb uvažuji jako: $W_{dov} = \frac{l}{500}$

Ověření kombinace zatížení

$$\frac{M_{ed}}{M_{rd}} + \frac{V_{ed}}{V_{rd}} + \frac{N_{ed}}{N_{rd}} \leq 1$$

$$\frac{0,795}{7} + \frac{5,38}{14} + 0 = 0,49$$

$$0,49 < 1 \rightarrow \text{NÁVRH VYHOVUJE}$$

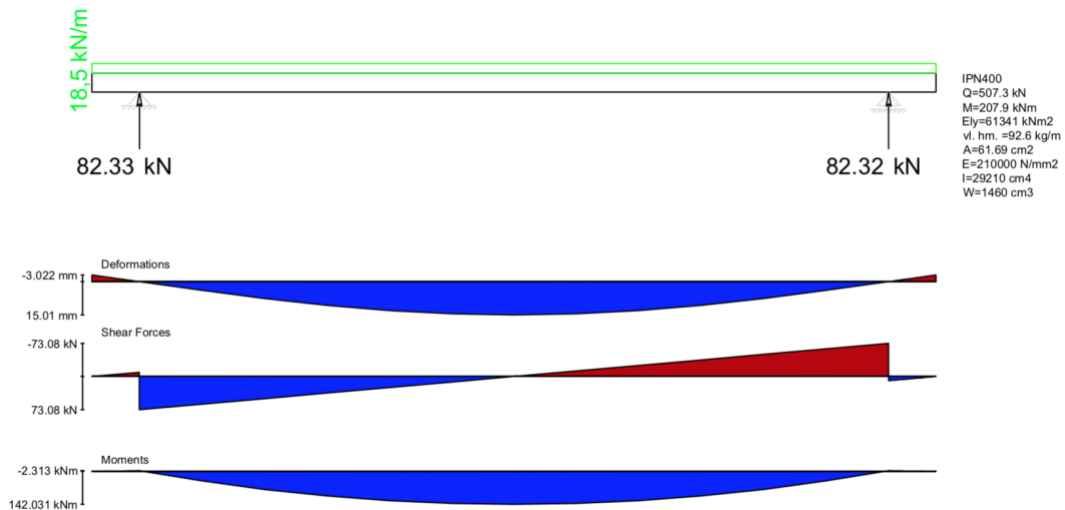
9.1.1.1 Objekt SO 205

- Ocelový nosník IPN 400 $l = 9,90 \text{ m}$ (překlenovací nosník)

Vlastní hmotnost $Q_0 = 92,6 \text{ kg/m}$

Vzdálenost mezi podporami $l = 7900 \text{ mm}$

Zatěžovací šířka: 700 mm



Ověření kombinací zatížení:

$$\frac{M_{ed}}{M_{rd}} + \frac{V_{ed}}{V_{rd}} + \frac{N_{ed}}{N_{rd}} \leq 1$$

$$\frac{142}{207,94} + \frac{82,33}{507,3} + 0 = 0,84$$

$$0,84 < 1 \rightarrow \text{NÁVRH VYHOVUJE}$$

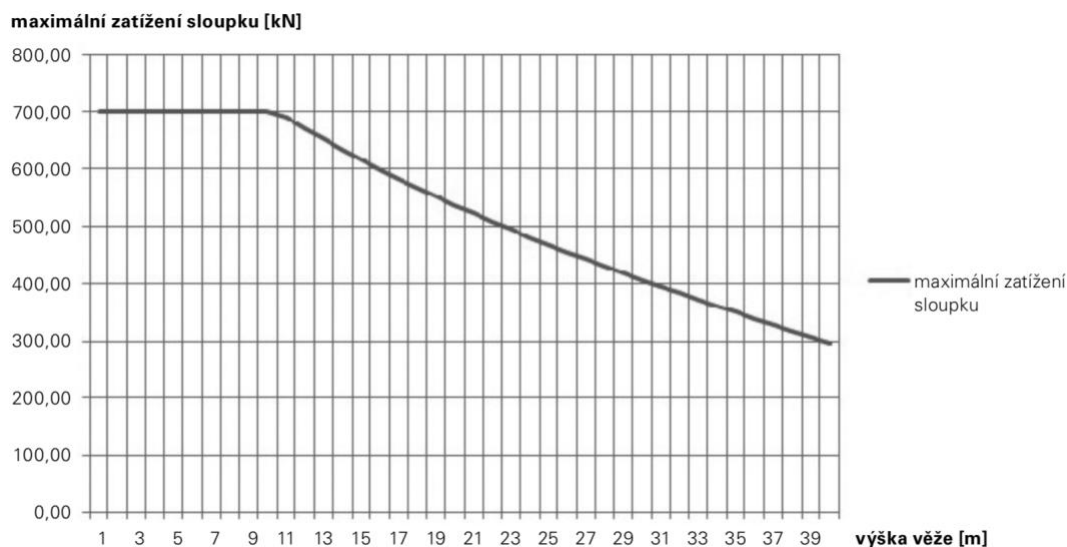
- Ocelový nosník HEB 400 $l = 9 \text{ m}$ (příčný nosník)

Vlastní hmotnost $Q_0 = 155,3 \text{ kg/m}$

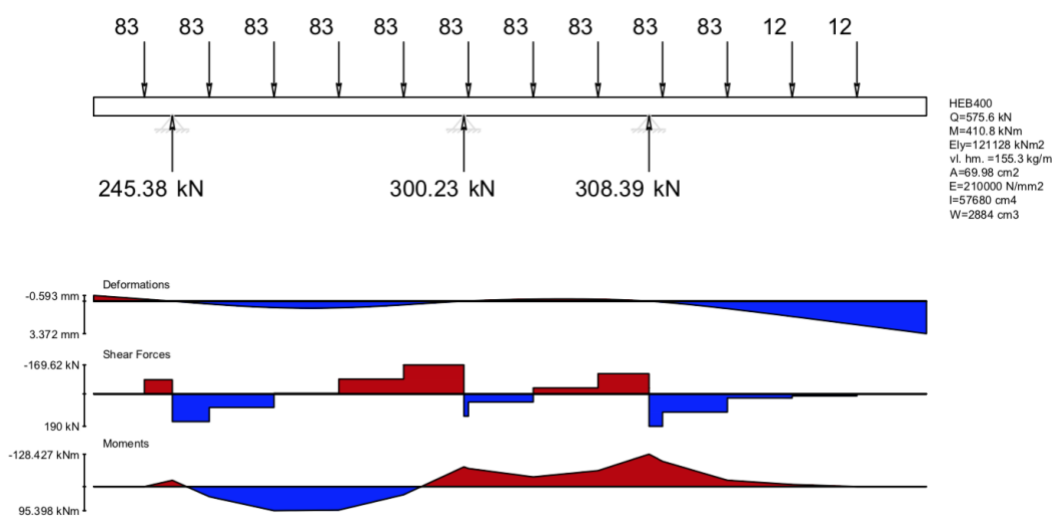
Ocelový nosník HEB 400 je různě podepřen, tudíž musíme ověřit každý systém zvlášť.

System VST

Maximální zatížení systému VST



Obrázek 27 - Maximální zatížení systému VST



$308,39 \text{ kN} < 700 \text{ kN}$

NÁVRH VYHOVUJE

Ověření kombinaci zatížení:

$$\frac{M_{ed}}{M_{rd}} + \frac{V_{ed}}{V_{rd}} + \frac{N_{ed}}{N_{rd}} \leq 1$$

$$\frac{80,676}{410,8} + \frac{190,63}{575,6} + 0 = 0,53$$

0,53 < 1 → **NÁVRH VYHOVUJE**

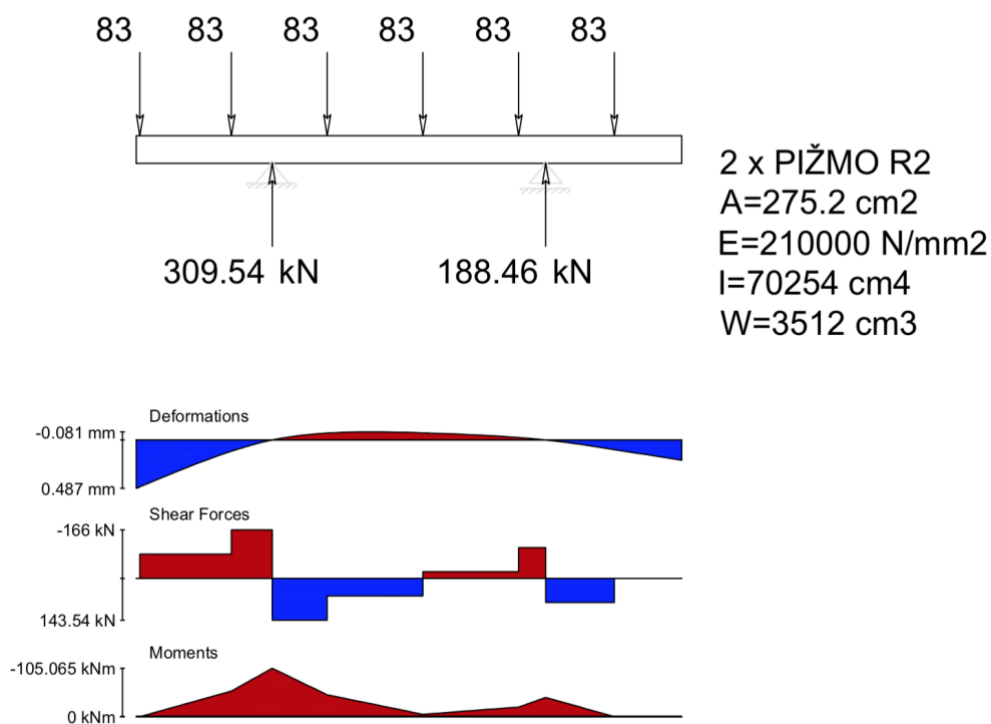
Systém PIŽMO

Maximální zatížení systému PIŽMO

Maximální dovolené zatížení, dle [11], je 99 tun. Odpovídá to zhruba 970 kN.

Součinitel bezpečnosti uvažují $\gamma_m = 1,5$.

$$N_{ed} = \frac{970}{1,5} = 646 \text{ kN}$$



$$V_{ED,max} < V_{RD,max}$$

$$309,54 < 646 \text{ kN}$$

NÁVRH VYHOVUJE

Systém ROSETT

Maximální zatížení systému Rosett

		F _V [kN]											
		půdorys [m]											
		1,5 x				2,0 x			2,5 x		3,0 x		
		1,5	2,0	2,5	3,0	2,0	2,5	3,0	2,5	3,0	3,0		
q = 0,5	H [m]												
	1,83 -8,39	39,9	38,9										
	8,33 -8,89	38,5	37,7	37,0	36,2	37,9	37,3	36,6	37,6	37,1	37,5		
	8,83 -9,39	38,1	37,3	36,5	35,7	37,5	36,9	36,2	37,2	36,6	37,0		
	9,33 -9,89	37,8	36,9	36,1	35,3	37,2	36,4	35,7	36,8	36,2	36,6		
	9,83 -10,39	37,4	36,6	35,7	34,8	36,8	36,0	35,2	36,4	35,7	36,2		
												všechny půdorysy	
												41,6	
												41,5	
												41,4	
												41,3	
												41,2	

Obrázek 28 - Maximální zatížení systému ROSETT

Maximální zatížení uvažují 41,6 kN. Zatížení od větru zanedbám, protože opěrné stěny uvažují za stávající konstrukce, tudíž zde nevzniká žádné zatížení od větru. Prvky systému Rosett jsou „měkké“, proto podpory uvažují za netuhé (pružné).

Výpočet pružinové konstanty:

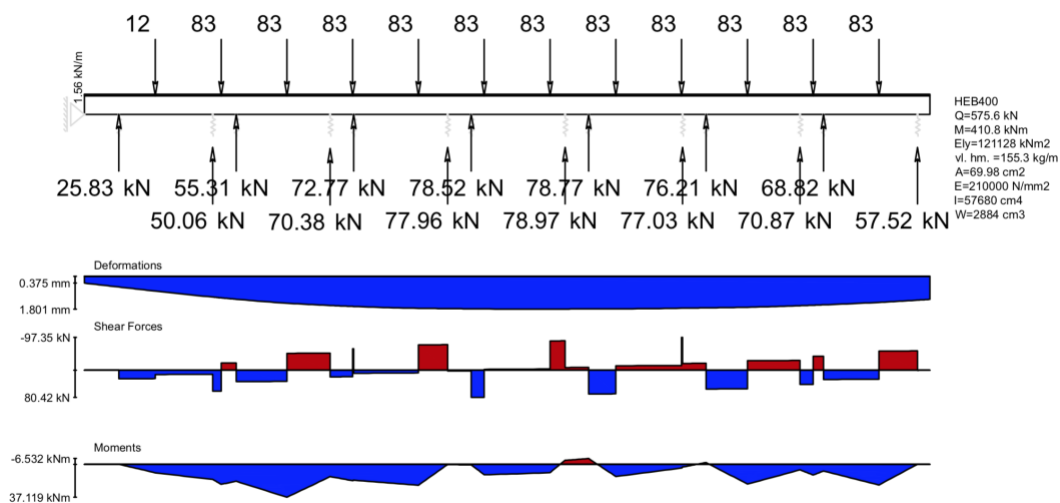
$$C_{tz} = \frac{E * A}{h} = \frac{21000 * 4,53}{530} \cong 180 \text{ kN/cm}$$

C_{tz} = pružinová konstanta [kN/cm]

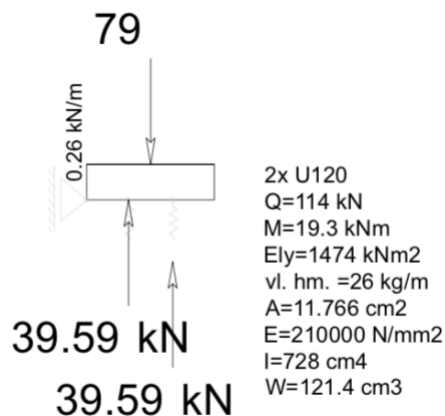
E = Modul pružnosti [kN/cm²]

A = Průřezová plocha [cm²]

h = výška podskružení [cm]



Zatížení na ocelové závory SRU



$$V_{ED,max} < V_{RD,max}$$

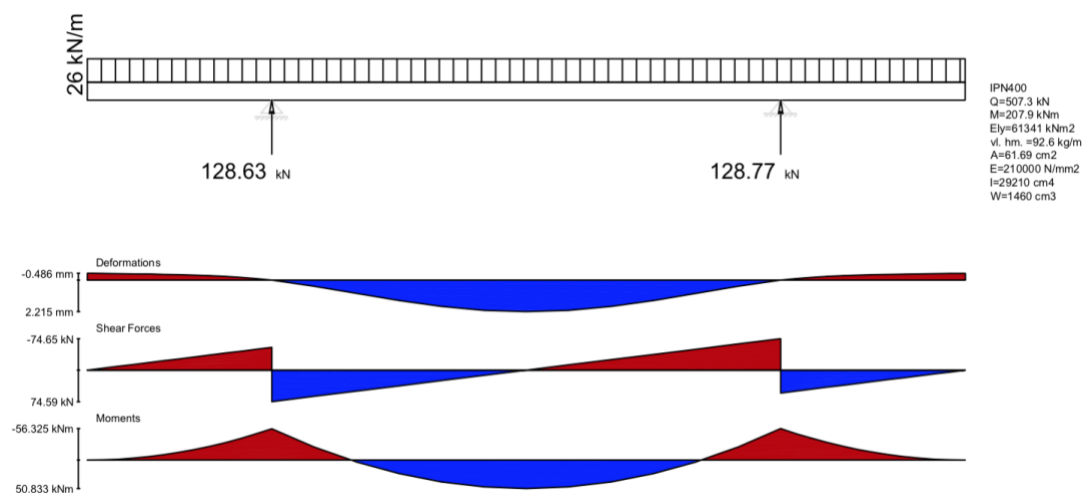
$$39,59 < 41,6\text{kN}$$

NÁVRH VYHOVUJE

Posouzení mi vyšlo pro všechny varianty. Z bezpečnostních důvodů jsem uvažoval maximální tloušťku mostovky tj 900 mm. Veškerý výpočet byl proveden v programu Continuous Beam.

9.1.1.2 Objekt SO 203

Obdobně jako u SO 205 jsem nejprve musel navrhnout bednění. Dále je třeba ověřit překlenovacích ocelových nosníků IPN 400.



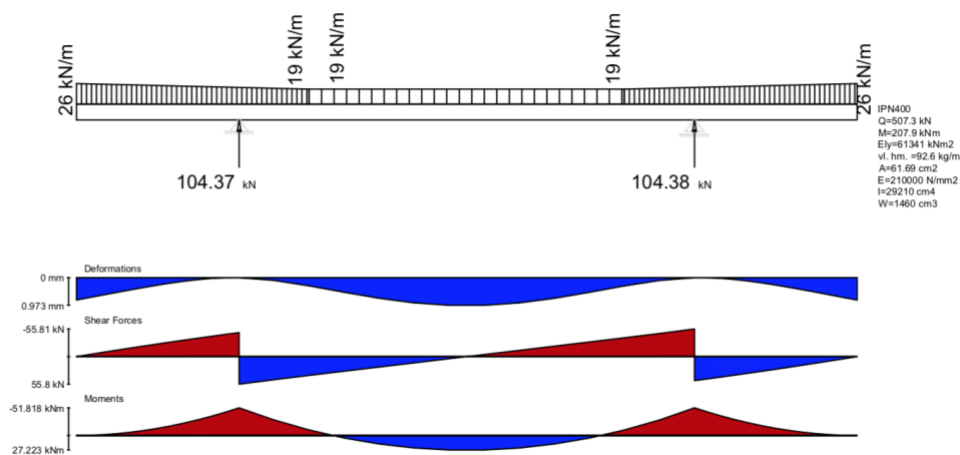
Ověření kombinací zatížení:

$$\frac{M_{ed}}{M_{rd}} + \frac{V_{ed}}{V_{rd}} + \frac{N_{ed}}{N_{rd}} \leq 1$$

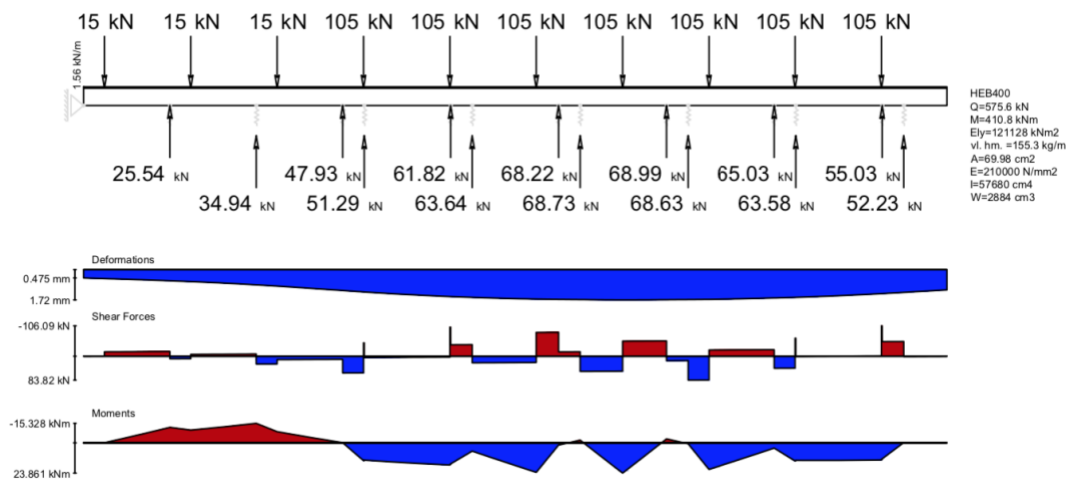
$$\frac{56,325}{207,9} + \frac{74,65}{507,3} + 0 = 0,39$$

0,39 < 1 → **NÁVRH VYHOVUJE**

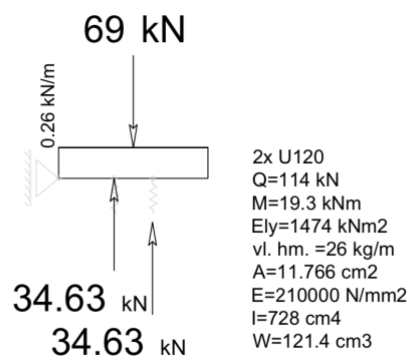
System ROSETT



Výška věží je 4670 mm. Pružinovou konstantu uvažuji $C_{tz} = 2 * 203,7 \text{ kN/cm}$



Zatížení na ocelové závory SRU

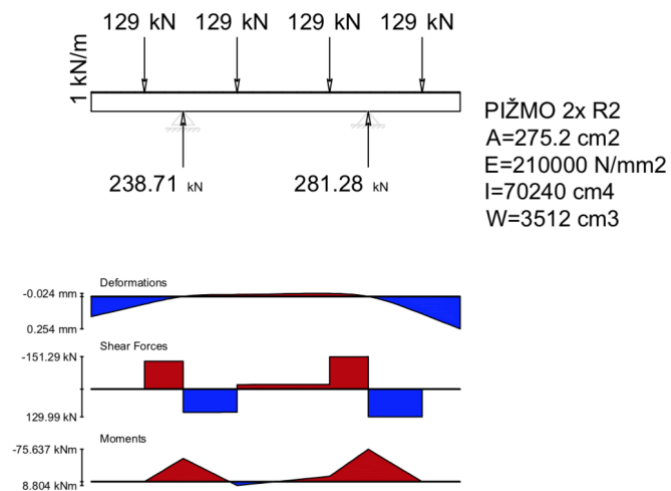


$$V_{ED,max} < V_{RD,max}$$

$$34,63 < 41,6 \text{ kN}$$

NÁVRH VYHOVUJE

System PIZMO

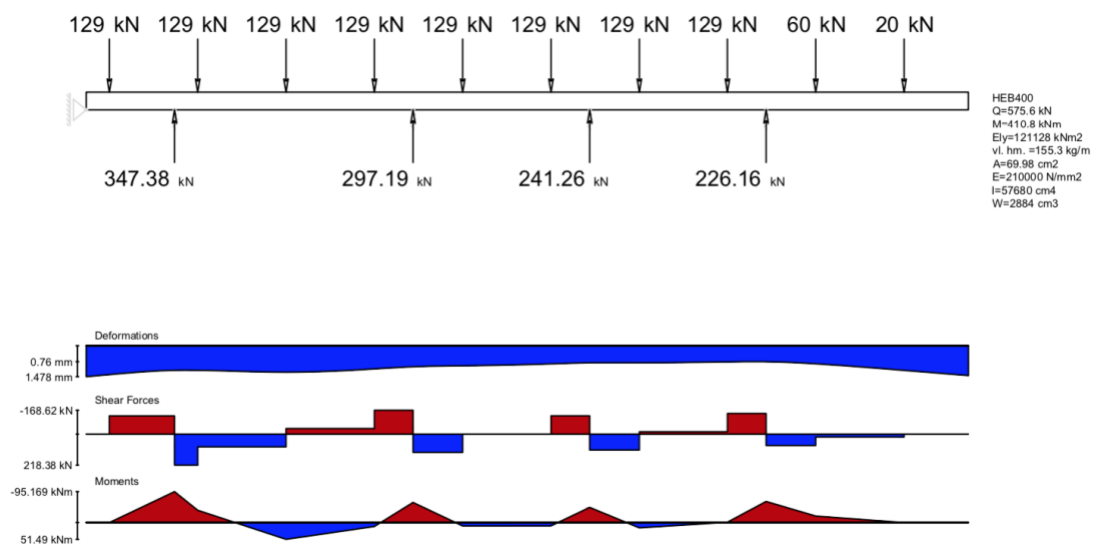


$$V_{ED,max} < V_{RD,max}$$

$$281,28 < 646 \text{ kN}$$

NÁVRH VYHOVUJE

System VST



Ověření kombinaci zatížení:

$$\frac{Med}{Mrd} + \frac{Ved}{Vrd} + \frac{Ned}{Nrd} \leq 1$$

$$\frac{95,169}{410,8} + \frac{218,38}{575,6} + 0 = 0,61$$

0,61 < 1 → **NÁVRH VYHOVUJE**

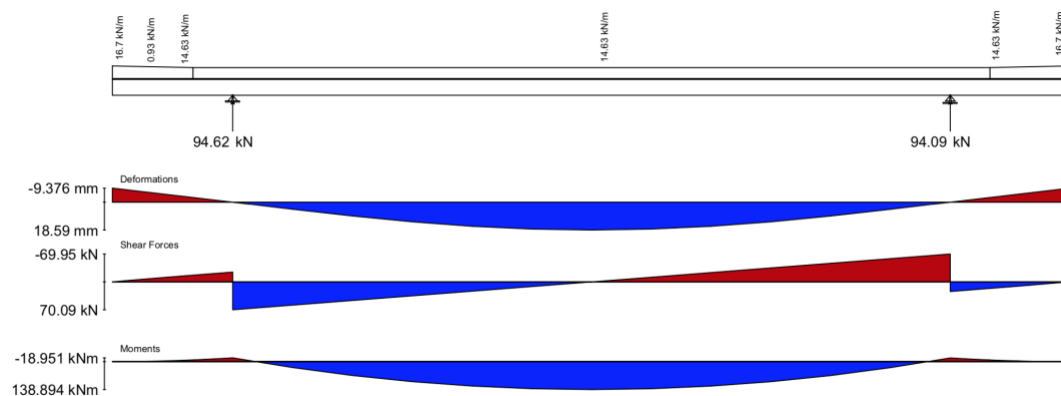
347,38 kN < 700 kN

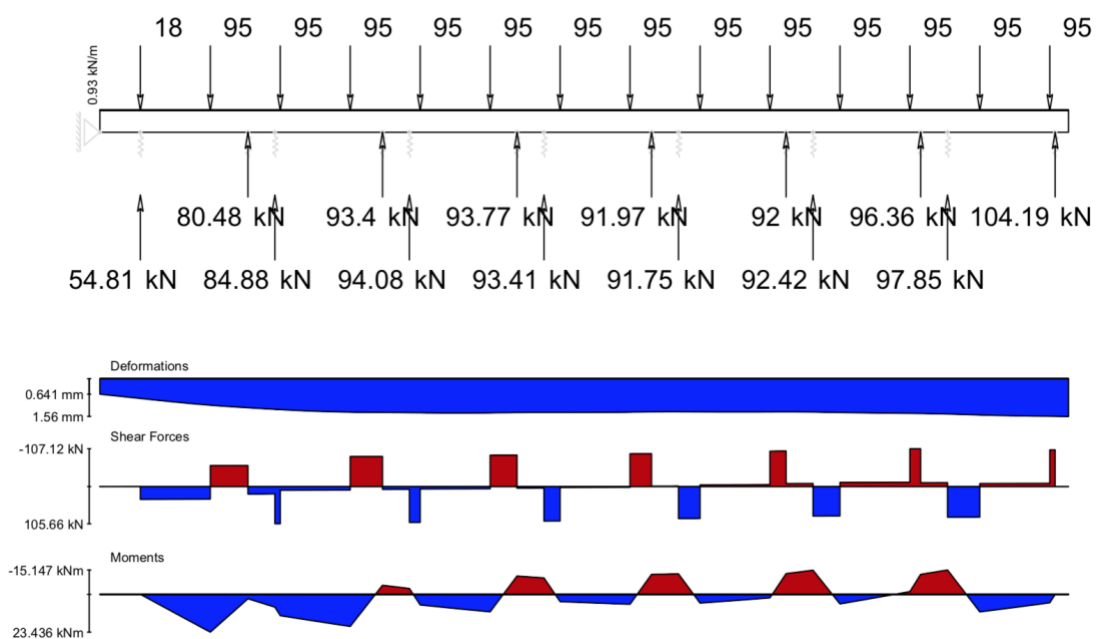
NÁVRH VYHOVUJE

9.1.1.3 Objekt SO 206

Systém ROSETT

Po návrhu bednění musím posoudit překlenovací nosník. Výška věží je 4200 mm. Pružinovou konstantu uvažuji $C_{tz} = 3 * 226,5$ kN/cm.



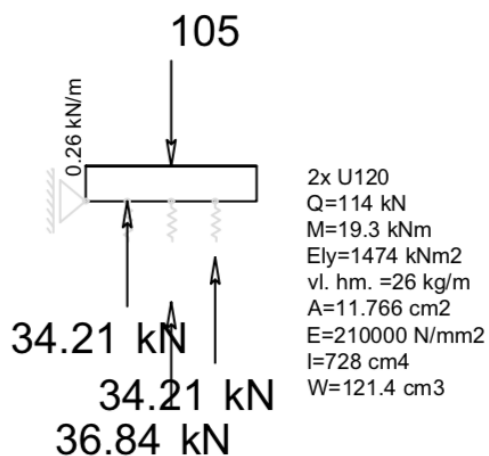


Ověření kombinací zatížení:

$$\frac{Med}{Mrd} + \frac{Ved}{Vrd} + \frac{Ned}{Nrd} \leq 1$$

$$\frac{23,436}{207,9} + \frac{107,12}{507,3} + 0 = 0,32$$

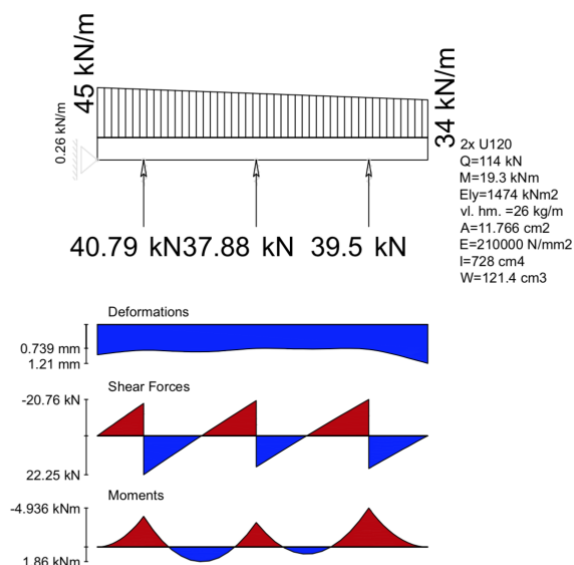
0,32 < 1 → **NÁVRH VYHOVUJE**



36,84 < 41,6 kN

NÁVRH VYHOVUJE

Kromě ocelových nosníků je třeba ještě ověřit ocelové závory SRU. Jsou to 2 ocelové nosníky U 120 k sobě svařeny. Výška věží je 5800 mm. Pružinovou konstantu uvažuji $C_{tz} = 164 \text{ kN/cm}$.

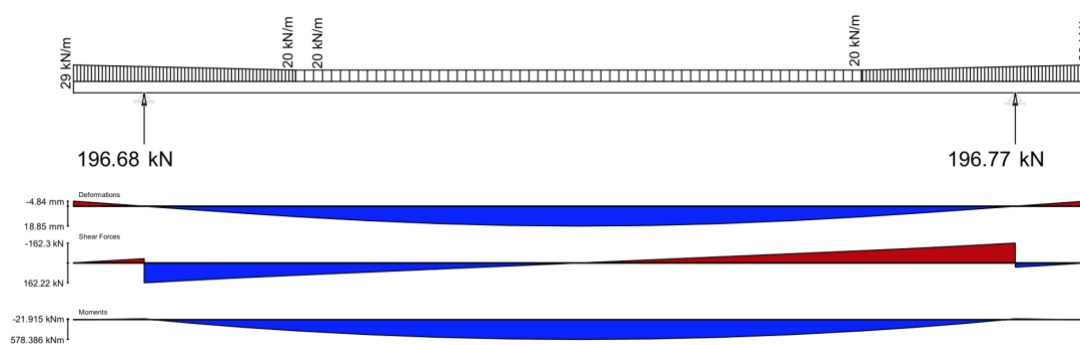


$$40,79 < 41,6 \text{ kN}$$

NÁVRH VYHOVUJE

System VST

Nejprve je třeba posoudit překlenovací nosník HEB 800. Výška věží je 4600 mm. Pružinovou konstantu uvažuji $C_{tz} = 2574 \text{ kN/cm}$.



Ověření kombinací zatížení:

Ocelový nosník HEB 800

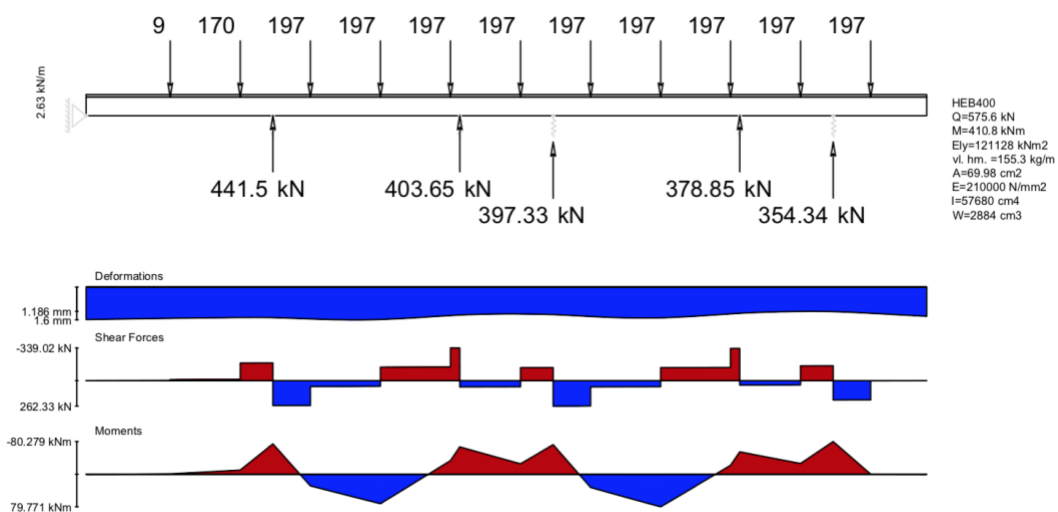
$$Q_{\max} = 1\,330,3 \text{ kN}$$

$$M_{\max} = 1\,278,5 \text{ kNm}$$

$$\frac{M_{ed}}{M_{rd}} + \frac{V_{ed}}{V_{rd}} + \frac{N_{ed}}{N_{rd}} \leq 1$$

$$\frac{578,4}{1278,5} + \frac{162,3}{1330,3} + 0 = 0,57$$

0,57 < 1 → **NÁVRH VYHOVUJE**



Ověření kombinací zatížení:

$$\frac{M_{ed}}{M_{rd}} + \frac{V_{ed}}{V_{rd}} + \frac{N_{ed}}{N_{rd}} \leq 1$$

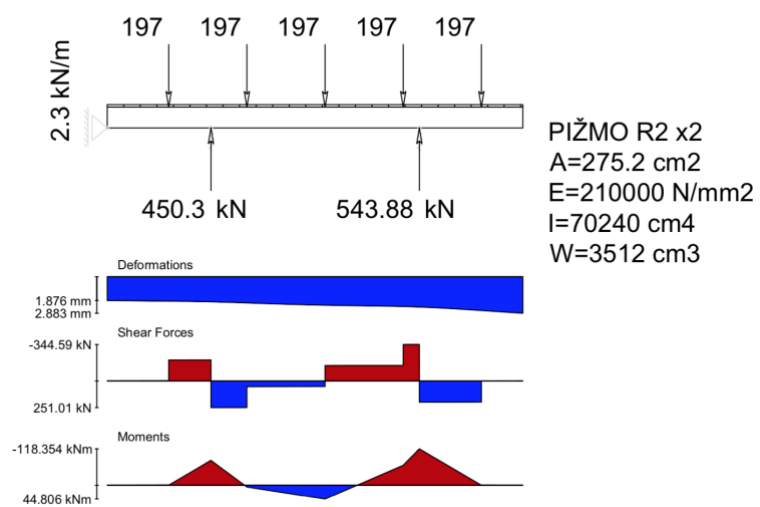
$$\frac{80,3}{410,8} + \frac{339,02}{575,6} + 0 = 0,78$$

0,78 < 1 → **NÁVRH VYHOVUJE**

$$441,5 \text{ kN} < 700 \text{ kN}$$

NÁVRH VYHOVUJE

System PIŽMO



$$543,88 \text{ kN} < 646 \text{ kN}$$

NÁVRH VYHOVUJE

9.1.2 Porovnání z hlediska ceny

9.1.2.1 Objekt 205

Ceny byly převzaty z cenových nabídek od firmy PERI. Zde uvedu jen shrnutí cenové nabídky. Jednotlivé položky byly podrobně rozepsány v příloze. Všechny ceny jsou uvedeny bez DPH.

System VST

Shrnutí celkové nabídky

Díly k pronájmu

Pozice 1.1	Podpěrná věž VST	41 130,48 Kč
Pozice 1.2	Kotvení do základu	404,94 Kč
Pozice 1.3	Kotvení do stěny	4 529,09 Kč
Pozice 1.4	Hydraulika a příslušenství	1 581,79 Kč
Pozice 1.5	Nosníky GT 24 a příslušenství	9 672,19 Kč
Pozice 1.6	Prvky proti klopení překlenovacích nosníků	17 766,72 Kč

Měsíční nájemné **75 085,21 Kč**

Hmotnost **16 544 kg**

System ROSETT

Shrnutí celkové nabídky

Díly k pronájmu

Pozice 1.1	Nosníky GT 24 a příslušenství	9 672,19 Kč
Pozice 1.2	Podpěrné věže a příslušenství	78 690,62 Kč
Pozice 1.3	Prvky proti klopení překlenovacích nosníků	21 320,07 Kč

Měsíční nájemné **109 682,88 Kč**

Díly k prodeji

Pozice 1.2	Podpěrné věže a příslušenství	2 288,00 Kč
------------	-------------------------------	-------------

Cena prodejních dílů **2 288,00 Kč**

Hmotnost: **20 096 kg**

System PIŽMO

	Prvek	Počet kusů	Hmotnost	Cel. hmotnost
Sloupky S	S1	8	207	1656
	S2	10	118,6	1186
	S3	6	84,8	508,8
	S4	8	65,4	523,2
	S5	0	52,5	0
Ztužidla Z	Z1	4	50,1	200,4
	Z2	6	48	288
	Z3	20	35,3	706
	Z4	12	23,3	279,6
	Z5	0	18,5	0
	Z6	0	78,4	0
Roštové nosníky R	R1	0	746	0
	R2	16	465	7440
	R3	0	322	0
	R4	4	243	972
	R5	0	11,9	0
	R6	0	17,9	0
	R7	0	11,85	0
	R8	0	22	0
Nánožky	N1	0	146	0
	N2	18	123,4	2221,2
	N3	18	199,7	3594,6
Šrouby M20	T1	1020	0,3	306
	T2	0	0,4	0

Tabulka 5 - Cenová nabídka PIŽMO - Objekt 205

Běžná cena pronájmu systému PIŽMO je 1 Kč/1 kg/1 měsíc. Suma hmotnosti všech prvků dle tabulky je 19 881,8 kg. Tedy nájem za věže činí 19 881,8 Kč za 1 měsíc. K ceně je potřeba ještě započítat cenu za bednění a další příslušenství.

Nosníky 9 672,19 Kč

Prvky proti klopení překlenovacích nosníků 17 766,72 Kč

Kotvení do stěny 4 529,09 Kč

Celková cena ze pronájmu je 51 849,80 Kč bez DPH.

Celková hmotnost včetně bednění je 27 295 kg.

9.1.2.2 Objekt 203

System VST

Shrnutí celkové nabídky

Díly k pronájmu

Pozice 1.1	Podpěrná věž VST	48 121,06 Kč
Pozice 1.2	Kotvení do základu	426,73 Kč
Pozice 1.3	Kotvení do stěny	3 085,16 Kč
Pozice 1.4	Hydraulika a příslušenství	1 581,79 Kč
Pozice 1.5	Nosníky GT 24 a příslušenství	10 283,33 Kč
Pozice 1.6	Prvky proti klopení překlenovacích nosníků	13 383,36 Kč

Měsíční nájemné **76 881,43 Kč**

Hmotnost **16 639 kg**

System ROSETT

Shrnutí celkové nabídky

Díly k pronájmu

Pozice 1.1	Nosníky GT 24 a příslušenství	10 283,33 Kč
Pozice 1.2	Podpěrné věže a příslušenství	62 817,91 Kč
Pozice 1.3	Prvky proti klopení překlenovacích nosníků	13 383,36 Kč

Měsíční nájemné **86 484,60 Kč**

Díly k prodeji

Pozice 1.2	Podpěrné věže a příslušenství	2 112,00 Kč
------------	-------------------------------	-------------

Cena prodejních dílů **2 112,00 Kč**

Hmotnost: **17 358 kg**

System PIŽMO

	Prvek	Počet kusů	Hmotnost	Cel. hmotnost
Sloupky S	S1	0	207	0
	S2	8	118,6	948,8
	S3	14	84,8	1187,2
	S4	14	65,4	915,6
	S5	24	52,5	1260
Ztužidla Z	Z1	8	50,1	400,8
	Z2	12	48	576
	Z3	4	35,3	141,2
	Z4	22	23,3	512,6
	Z5	0	18,5	0
	Z6	0	78,4	0
Roštové nosníky R	R1	0	746	0
	R2	16	465	7440
	R3	0	322	0
	R4	4	243	972
	R5	0	11,9	0
	R6	0	17,9	0
	R7	0	11,85	0
	R8	0	22	0
Nánožky	N1	0	146	0
	N2	18	123,4	2221,2
	N3	18	199,7	3594,6
Šrouby M20	T1	1620	0,3	486
	T2	0	0,4	0

Tabulka 6 - Cenová nabídka PIŽMO - Objekt 203

Bednění mostovky

Nosníky a příslušenství 10 283,33 Kč

Prvky proti klopení překlenovacích nosníků 13 383,36 Kč

Kotvení do stěny 1387,80 Kč

Celková cena ze pronájmu je 45 710,49 Kč bez DPH.

Celková hmotnost včetně bednění je 27 650 kg.

9.1.2.3 Objekt 206

Systém VST

Shrnutí celkové nabídky

Díly k pronájmu

Pozice 1.1	Podpěrná věž VST	44 139,62 Kč
Pozice 1.2	Kotvení do základu	609,60 Kč
Pozice 1.3	Kotvení do stěny	4 150,08 Kč
Pozice 1.4	Hydraulika a příslušenství	1 581,79 Kč
Pozice 1.5	Nosníky GT 24 a příslušenství	31 199,90 Kč
Pozice 1.6	Prvky proti klopení překlenovacích nosníků	23 416,56 Kč

Měsíční nájemné **125 097,55 Kč**

Hmotnost **27 800 kg**

Systém ROSETT

Shrnutí celkové nabídky

Díly k pronájmu

Pozice 1.1	Nosníky GT 24 a příslušenství	16 184,16 Kč
Pozice 1.2	Podpěrné věže a příslušenství	119 623,43 Kč
Pozice 1.3	Závory SRU a centrovací lišty	10 362,77 Kč
Pozice 1.4	Přikotvení k opěrám	437,43 Kč
Pozice 1.5	Prvky proti klopení překlenovacích nosníků	15 379,97 Kč

Měsíční nájemné **161 987,76 Kč**

Díly k prodeji

Pozice 1.4	Přikotvení k opěrám	520,00 Kč
------------	---------------------	-----------

Cena prodejních dílů **520,00 Kč**

Hmotnost: **32 050 kg**

System PIZMO

	Prvek	Pocet kusů	Hmotnost	Cel. hmotnost
Sloupky S	S1	3	207	621
	S2	8	118,6	948,8
	S3	20	84,8	1696
	S4	7	65,4	457,8
	S5	8	52,5	420
Ztužidla Z	Z1	8	50,1	400,8
	Z2	4	48	192
	Z3	15	35,3	529,5
	Z4	11	23,3	256,3
	Z5	0	18,5	0
	Z6	0	78,4	0
Roštové nosníky R	R1	0	746	0
	R2	16	465	7440
	R3	0	322	0
	R4	4	243	972
	R5	0	11,9	0
	R6	0	17,9	0
	R7	0	11,85	0
	R8	0	22	0
Nánožky	N1	0	146	0
	N2	18	123,4	2221,2
	N3	18	199,7	3594,6
Šrouby M20	T1	1620	0,3	486
	T2	0	0,4	0

Tabulka 7 - Cenová nabídka PIZMO - Objekt 206

Nosníky 31 199,90 Kč

Prvky proti klopení překlenovacích nosníků 23 449,26 Kč

Kotvení do stěny 1387,80 Kč

Celková cena ze pronájmu je 76 272,96 Kč bez DPH.

Celková hmotnost včetně bednění je 34 723 kg.

9.1.3 Porovnání z hlediska pracnosti

9.1.3.1 Objekt 205

Dle databáze činnosti programu CONTEC je ukazatel pracnosti pro podpěrné konstrukce 24,5 Nh/T.

Věta databáze činnosti

Číselný klíč: 9482 Zkratka: LESS2 Název činnosti: PODPĚRNÁ KONSTRUKCE

Základní údaje | Stroje | Zdroje 1 - 10 | Zdroje 11 - 20

Měrná jednotka: T Norma času: 24,5000 Nh/m.j.

Jednotková cena: 18620,00 Kč/m. j. Produktivita: 760,0000 Kč/Nh

Počet pracovníků: 5 Profese: LESEN

Technol. přestávka: 0 dnů Druh činnosti: HSV

OK Storno

Obrázek 29 - Ukazovatel pracnosti

Systém ROSETT má celkovou hmotnost 20 096 kg. Odpovídá to 20,096 T. Počet pracovníků uvažuji 5 s osmihodinovou směnu.

$$\frac{\frac{20,096 * 24,5}{5}}{8} = 12,3 \text{ dní}$$

Po konzultaci se zaměstnanci firmy PERI, jsem dobu montáže zredukoval na 8 dní. Důvodem je jednoduchost v montáži systému ROSETT.

Vysokopevnostní systém VST má celkovou hmotnost 16 544 kg tj. 16,544 T. Opět uvažuji 5 pracovníků s osmihodinovou směnu.

$$\frac{\frac{16,544 * 24,5}{5}}{8} = 10,13 \text{ dní}$$

Opět je třeba zredukovat počet dní, aby to odpovídalo skutečnosti. Jelikož firma na stavbu přiveze už k sobě přišroubované kolejnice RCS, jednoznačně se tím urychlí montáž. Uvažuji 8 dní.

Systém PIŽMO má celkovou hmotnost 20 656 kg tj. 20,656 T. Stejným výpočtem jsem dostal výsledek 13 pracovních dnů.

9.1.3.2 Objekt 203

Systém ROSETT zde má celkovou hmotnost 17 358 kg dle cenové nabídky viz. příloha.

$$\frac{\frac{17,358 * 24,5}{5}}{8} = 10,63 \text{ dní}$$

Opět dobu zredukuji na 8 dní, aby odpovídal realitě.

Vysokopevnostní systém VST má dle cenové nabídky 16 639 kg.

$$\frac{\frac{16,639 * 24,5}{5}}{8} = 10,19 \text{ dní}$$

Uvažuji opět 8 dní díky jednoduchosti v montáži.

Systém PIŽMO má celkovou hmotnost 20 656 kg.

$$\frac{\frac{20,656 * 24,5}{5}}{8} = 12,65 \text{ dní}$$

Se zaokrouhlováním na celý den uvažují 13 pracovních dnů.

9.1.3.3 Objekt 206

Stejným výpočtem jako u předchozích objektech bylo provedeno i u objektu 203. Systém ROSETT a VST jsem též upravil dobu montáže, aby to odpovídalo realitě.

Systém ROSETT	16 dní
Vysokopevnostní systém VST	14 dní
Systém PIŽMO	22 dní

9.1.4 Porovnání z hlediska dopravy

Jako dopravu jsem si vybral nákladní automobil Mercedes-Benz Actros 2536.

- Technické parametry automobilu a rozměry.

Celková hmotnost	26 000 kg
Provozní hmotnost	9 585 kg
Užitečná hmotnost	16 415 kg
Technická hmotnost přístroje	24 000 kg
Celkové rozměry	9580 x 2550 x 3200 mm
Ložná plocha	7340 x 2480 x 2120 mm
Spojovací zařízení	40 mm Rockinger
Objem nádrže	350 l

Tabulka 8 - Technický parametr nákladního automobilu



Obrázek 30 - Mercedes-Benz Actros 2536

9.1.4.1 Objekt 205

	Celková hmotnost [kg]	Počet automobilů
Systém ROSETT	20 096	2
Systém VST	16 544	2
Systém PIŽMO	27 295	2

Tabulka 9 - Počet automobilů - Objekt 205

9.1.4.2 Objekt 203

	Celková hmotnost [kg]	Počet automobilů
Systém ROSETT	17 358	2
Systém VST	16 639	2
Systém PIŽMO	20 656	2

Tabulka 10 - Počet automobilů - Objekt 203

9.1.4.3 Objekt 206

	Celková hmotnost [kg]	Počet automobilů
Systém ROSETT	32 050	2
Systém VST	27 800	2
Systém PIŽMO	34 723	3

Tabulka 11 - Počet automobilů - Objekt 206

9.2 Srovnání pomocí metody pořadí

9.2.1 Definice

„Jedná se o metodu, která je založena na ordinální informaci o preferenci jednotlivých kritérií. Pro využití této metody potřebujeme znát od zadavatele pořadí, v němž preferuje jednotlivá kritéria. Potom už stačí přiřadit jednotlivým kritériím body, a to sestupně dle pořadí, přičemž nejdůležitější kritérium má tolik bodů, kolik máme kritérií, druhé nejdůležitější o bod méně atd. Tudiž, nejméně preferované kritérium má jeden bod. Na závěr sečteme přidělené body a tímto součtem všechny přidělené body vydělíme, čímž získáme váhy jednotlivých kritérií. Touto normalizací dosáhneme toho, že součet vah bude 1.“ [24]

9.2.2 Určení vah

- Saatyho metoda

Saatyho metoda je nejkomplikovanější ale také nejpoužívanější metodu pro volbu vah. Postup je jednoznačně delší. Hodnoty preferenci jsou jen subjektivní.

- Postup

Saatyho škála preferenci je pevně daná. Nejprve vyplním 1 do všech políček, kde je „rovnocennost“ (únosnost X únosnost, cena X cena ...). Dále v řádku únosnost – sloupec cena jsem dal číslo 3, protože únosnost preferuji nad cenou, tím pádem v řádku cena – sloupec únosnost jsem doplnil 1/3. Tímhle postupem vyplním celou tabulku. Geometrický průměr spočítám pomocí čtvrtou odmocninou (protože mám 4 kritéria) ze součinu jednotlivá kritéria. Váhu vypočítám tak, že geometrický průměr jednotlivá kritéria vydělím sumou geometrických průměr. Součet vah mi musí dát 1.

	Únosnost	Cena	Pracnost	Doprava	Geo. průměr	Váha
Únosnost	1	3	5	7	3,201	0,540
Cena	0,333	1	5	7	1,848	0,312
Pracnost	0,200	0,200	1	3	0,589	0,099
Doprava	0,143	0,143	0,333	1	0,287	0,048

Tabulka 12 - Určení vah – Saatyho metoda

Saatyho škála preferenci

1 – rovnocennost

3 – slabá preference

5 – silná preference

7 – velmi silná preference

9 – absolutní preference

9.2.3 Vlastní výpočet – porovnání

SO 205

	Únosnost [kN]	Cena [Kč]	Pracnost [den]	Doprava
Rosett	41	109682,9	8	2
PIŽMO	646	51849,8	13	2
VST	700	75085,21	8	2
Povaha	MAX	MIN	MIN	MIN

Tabulka 13 - Výchozí tabulka pro srovnání jednotlivých metod - Objekt 205

Nejprve je třeba si ujasnit, zda je kritérium minimalizační nebo maximalizační. To znamená, jestli je pro nás nejvýhodnější varianta s nejmenší či největší hodnotou. V mém případě je únosnost maximalizační, protože potřebují, aby byla únosnost, pokud možno co největší. Naopak cena, pracnost a doprava by měla být minimalizační, jelikož požadavek je mít nejlevnější, proces byl co nejkratší a dopravu nejefektivněji.

Jako další krok jsem jednotlivý systém ohodnotil známkou 1 až 3, protože mám 3 varianty.

	Únosnost	Cena	Pracnost	Doprava	Aritmetický průměr
ROSETT	3	3	1,5	2	2,768
PIŽMO	2	1	3	2	1,854
VST	1	2	1,5	2	1,377
Váhy	0,564	0,263	0,118	0,055	
	MAX	MIN	MIN	MIN	

Tabulka 14 - Vyhodnocení dle metody pořadí - Objekt 205

Z hodnocení vyplývá, že nejvýhodnější systém u objektu SO 205 je vysokopevnostní systém VST od firmy PERI. Další alternativou je provizorní systém PIŽMO. Méně efektivní systém je systém lehkého podskružení ROSETT. Kvůli malé únosnosti byl navržen velký počet věží. Tudiž je nájemní cena a cena za dopravu vyšší než u ostatních systémů.

SO 203

	Únosnost [kN]	Cena [Kč]	Pracnost [den]	Doprava
Rosett	41	86 484,60	8	2
PIŽMO	646	45 710,00	13	2
VST	700	76 881,43	8	2
Povaha	MAX	MIN	MIN	MIN

Tabulka 15 - Výchozí tabulka pro srovnání jednotlivých metod - Objekt 203

	Únosnost	Cena	Pracnost	Doprava	Aritmetický průměr
Rosett	3	3	1,5	2	2,768
PIŽMO	2	1	3	2	1,854
VST	1	2	1,5	2	1,377
Váhy	0,564	0,263	0,118	0,055	
	MAX	MIN	MIN	MIN	

Tabulka 16 - Vyhodnocení dle metody pořadí - Objekt 203

SO 206

	Únosnost [kN]	Cena [Kč]	Pracnost [den]	Doprava
Rosett	41	161987,8	16	2
PIŽMO	646	76272,96	22	3
VST	700	125097,6	14	2
Povaha	MAX	MIN	MIN	MIN

Tabulka 17 - Výchozí tabulka pro srovnání jednotlivých metod - Objekt 206

	Únosnost	Cena	Pracnost	Doprava	Aritmetický průměr
Rosett	3	3	2	1,5	2,800
PIŽMO	2	1	3	3	1,910
VST	1	2	1	1,5	1,291
Váhy	0,564	0,263	0,118	0,055	
	MAX	MIN	MIN	MIN	

Tabulka 18 - Vyhodnocení dle metody pořadí - Objekt 206

Podle metody pořadí byl vysokopevnostní systém VST třikrát nejefektivněji. Na druhém místě skončil provizorní systém PIŽMO a jako poslední dopadl systém Rosett.

9.3 Srovnání pomocí bodovací metody

9.3.1 Definice

„Metoda bodovací je obdobná jako metoda pořadí, ale na rozdíl od metody pořadí vyžaduje (a tedy ve výsledku i udává) kardinální informaci o preferencích jednotlivých kritérií. Tato metoda požaduje od zadavatele, aby každému kritériu přiřadil nějaký počet bodů, podle toho, jak moc toto kritérium preferuje (čím více bodů, tím silnější preference). Potom se opět sečte počet přidělených bodů a váhy získáme podělením přidělených bodů jejich součtem. Při této metodě se někdy udává horní hranice udělených bodů (např. 10 či 100), jindy se to nechává na zadavateli. Alternativou, která se ale jeví jako dosti těžko použitelná, je alokace 100 bodů mezi všechna kritéria.“ [25]

9.3.2 Určení vah

- Postup

Nejprve je třeba jednotlivá kritéria „obodovat“. Zvolil jsem rozmezí od 1 od 10 dle důležitosti. Body jednotlivá kritéria jsem vydělil sumou všech kritérií. Součet vah mi opět musí dát 1.

	Bodování	Váhy
Únosnost	10	0,435
Cena	8	0,348
Pracnost	4	0,174
Doprava	1	0,043

23 1

Tabulka 19 - Určení vah - Bodovací metoda

9.3.3 Vlastní výpočet – porovnání

SO 205

	Únosnost [kN]	Cena [Kč]	Pracnost [den]	Doprava
Rosett	41	109682,9	8	2
PIŽMO	646	51849,8	13	2
VST	700	75085,21	8	2
Povaha	MAX	MIN	MIN	MIN

Tabulka 20 - Výchozí tabulka pro srovnání jednotlivých metod - Objekt 205

	Únosnost	Cena	Pracnost	Doprava	Skalární součin
Rosett	1	2	10	5	3,087
PIŽMO	8	10	8	5	8,565
VST	10	5	10	10	8,261
váhy	0,435	0,348	0,174	0,043	

MAX MIN MIN MIN

Tabulka 21 - Vyhodnocení dle bodovací metody – Objekt 205

SO 203

	Únosnost [kN]	Cena [Kč]	Pracnost [den]	Doprava
Rosett	41	86 484,60	8	2
PIŽMO	646	45 710,00	13	2
VST	700	76 881,43	8	2
Povaha	MAX	MIN	MIN	MIN

Tabulka 22 - Výchozí tabulka pro srovnání jednotlivých metod - Objekt 203

	Únosnost	Cena	Pracnost	Doprava	Skalární součin
Rosett	1	5	8	5	3,783
PIŽMO	8	10	13	5	9,435
VST	10	7	8	5	8,391
váhy	0,435	0,348	0,174	0,043	

MAX MIN MIN MIN

Tabulka 23 - Vyhodnocení dle bodovací metody – Objekt 203

SO 206

	Únosnost [kN]	Cena [Kč]	Pracnost [den]	Doprava
Rosett	41	161987,8	16	2
PIŽMO	646	76272,96	22	3
VST	700	125097,6	14	2
Povaha	MAX	MIN	MIN	MIN

Tabulka 24 - Výchozí tabulka pro srovnání jednotlivých metod - Objekt 206

	Únosnost	Cena	Pracnost	Doprava	Skalární součin
Rosett	1	2	10	10	3,304
PIŽMO	8	10	8	7	8,652
VST	10	5	10	10	8,261
váhy	0,435	0,348	0,174	0,043	

MAX MIN MIN MIN

Tabulka 25 - Vyhodnocení dle bodovací metody – Objekt 206

9.4 Srovnání pomocí metody TOPSIS

9.4.1 Definice

„Metoda TOPSIS je zástupcem metod založených na principu minimalizace vzdálenosti od ideální varianty. Základem metody je Eukleidovská metrika, veškeré vzdálenosti jsou tedy na rozdíl od WSA mocněny, sčítány a součty následně odmocňovány. Metoda TOPSIS, stejně jako WSA, vyhledává kompromisní variantu a všechny varianty uspořádává podle vhodnosti – vzdálenosti od ideálu (nejlepší teoreticky možné varianty).“ [26]

Hodnoty vah jsem převzal z předchozí tabulky – Saatyho metoda určení vah.

	Únosnost	Cena	Pracnost	Doprava	Geometrický průměr	Váha
Únosnost	1	3	5	7	3,201	0,540
Cena	0,333	1	5	7	1,495	0,312
Pracnost	0,200	0,200	1	3	0,669	0,099
Doprava	0,143	0,143	0,333	1	0,312	0,048

5,925

Tabulka 26 - Určení vah - Saatyho metoda

9.4.2 Vlastní výpočet

SO 205

	Únosnost [kN]	Cena [Kč]	Pracnost [den]	Doprava
Rosett	41	109682,88	8	2
PIŽMO	646	51849,8	13	2
VST	700	75085,21	8	2
Povaha	MAX	MIN	MIN	MIN
Váha	0,540	0,312	0,099	0,048

Tabulka 27 - Výchozí tabulka pro srovnání jednotlivých metod - Objekt 205

Postup řešení:

Nejprve kritériální hodnoty y_{ij} musím transformovat na hodnoty r_{ij} pomocí vztahu:

$$r_{ij} = \frac{y_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^n y_{ij}^2}}$$

Dalším krokem je spočítat prvky kritériální matice W dle vzorečku:

$$w_{ij} = v_j * r_{ij}$$

Z prvků matice W se určí ideální varianta H a bazální varianta D podle toho, zda je kritérium maximalizační nebo minimalizační.

Podle vzorečku níže určím vzdálenost od ideální a bazální varianty.

$$d_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^k (w_{ij} - H_j)^2}$$

$$d_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^k (w_{ij} - D_j)^2}$$

Jako předposledním krokem spočítám ukazatel c_i – relativní vzdálenost variant od bazální varianty.

$$c_i = \frac{d_i^-}{d_i^- + d_i^+}$$

Posledním krokem je vybrat si největší hodnotu jako varianta, která je nejdál od bazální varianty.

	Únosnost	Cena	Pracnost	Doprava	d+	d-	c
Rosett	0,023	0,240	0,046	0,028	0,394	0,029	0,068
PIŽMO	0,366	0,113	0,075	0,028	0,042	0,365	0,897
VST	0,397	0,164	0,046	0,028	0,051	0,382	0,883
Povaha	MAX	MIN	MIN	MIN			
Váha	0,540	0,312	0,099	0,048			
$\sqrt[2]{\sum y^2}$	953,413	142676,293	17,234	3,464			
H	0,397	0,113	0,046	0,028			
D	0,023	0,240	0,075	0,028			

Tabulka 28 - Vyhodnocení dle metody TOPSIS – Objekt 205

SO 203

	Únosnost	Cena	Pracnost [den]	Doprava
Rosett	41	86484,6	8	2
PIŽMO	646	45710,49	13	2
VST	700	76881,43	8	2
Povaha	MAX	MIN	MIN	MIN
Váha	0,540	0,312	0,099	0,048

Tabulka 29 - Výchozí tabulka pro srovnání jednotlivých metod - Objekt 203

	Únosnost	Cena	Pracnost	Doprava	d+	d-	c
Rosett	0,023	0,217	0,046	0,028	0,387	0,029	0,069
PIŽMO	0,366	0,115	0,075	0,028	0,042	0,358	0,895
VST	0,397	0,193	0,046	0,028	0,078	0,375	0,828
Povaha	MAX	MIN	MIN	MIN			
Váha	0,540	0,312	0,099	0,048			
$\sqrt[2]{\sum y^2}$	953,413	124417,801	17,234	3,464			
H	0,397	0,115	0,046	0,028			
D	0,023	0,217	0,075	0,028			

Tabulka 30 - Vyhodnocení dle metody TOPSIS – Objekt 203

SO 206

	Únosnost [kN]	Cena [Kč]	Pracnost [den]	Doprava
Rosett	41	161987,76	16	2
PIŽMO	646	76272,96	22	3
VST	700	125097,55	14	2
Povaha	MAX	MIN	MIN	MIN
Váha	0,540	0,312	0,099	0,048

Tabulka 31 - Výchozí tabulka pro srovnání jednotlivých metod - Objekt 206

	Únosnost	Cena	Pracnost	Doprava	d+	d-	c
Rosett	0,023	0,231	0,052	0,024	0,393	0,023	0,055
PIŽMO	0,366	0,109	0,071	0,035	0,042	0,364	0,897
VST	0,397	0,179	0,045	0,024	0,070	0,378	0,844
Povaha	MAX	MIN	MIN	MIN			
Váha	0,540	0,312	0,099	0,048			
$\sqrt[2]{\sum y^2}$	953,413	218419,312	30,594	4,123			
H	0,397	0,109	0,045	0,024			
D	0,023	0,231	0,071	0,035			

Tabulka 32 - Vyhodnocení dle metody TOPSIS – Objekt 206

S metodou TOPSIS nám opět třikrát vyšlo, že nejefektivnější systém je systém PIŽMO. Tato metoda hledá vzdálenost mezi ideální či bazální variant. Systém PIŽMO má nepochybně menší únosnost než vysokopevnostní systém VST a téměř poloviční nájemní cenu. Dle Saatyho metody určení vah únosnost slabě preferuji nad cenou. S montáží trvá sice dva dny déle, ale vzhledem k tomu že montáž má výrazně menší váhu, tudíž stále vyjde že je nejefektivnější.

Výsledky praktické části

	Metoda pořadí	Metoda bodovací	Metoda TOPSIS
Objekt SO 203	Systém VST	Systém PIŽMO	Systém PIŽMO
Objekt SO 205	Systém VST	Systém PIŽMO	Systém PIŽMO
Objekt SO 206	Systém VST	Systém PIŽMO	Systém PIŽMO

Tabulka 33 - Závěrečné vyhodnocení

Praktická část se zabývala různými způsoby a systémy podskružení vodorovné konstrukce mostu – mostovka. Systémy byly použity na tři různé mosty. Pomocí multikriteriálního hodnocení byly systémy vyhodnoceny dle různých hledisek.

K posouzení jednotlivých variant jsem použil tři metody, a to metoda pořadí, bodovací metoda a metoda TOPSIS. Dle metody bodovací a metody TOPSIS vyšel provizorní systém PIŽMO jako nejefektivnější u všech objektech.

Vysokopevnostní systém VST vyšel jako druhý nejvhodnější. Tento systém byl použit ve skutečnosti na objektu SO 203 a SO 205. Velká přednost tohoto systému je velká únosnost a jednoduchost v montáži.

Systém ROSETT kvůli malé únosnosti vyšel jako nejméně vhodný. Ovšem tento systém byl ve skutečnosti použit na objektu SO 206. Jeden z důvodů je, že objednatel měl k dispozici ocelové nosníky IPN 400. Pokud by se objednatel rozhodl jít cestou VST nebo PIŽMO, musel by zajistit osmnácti metrové ocelové nosníky HEB 800.

Systém PIŽMO sice vyšel jako nejvhodnější, ale vzhledem k aktuální situaci na trhu, neexistuje žádná půjčovna nebo firma, která by umožnila možnost si tento systém najmout. Velké stavební firmy např. METROSTAV nebo SMP tento systém mají a stále ho používají, ale nenabízí k pronájmu nebo nemají vždy k dispozici. Další způsob, jak se dostat k systému PIŽMO je SSHR – Správa Státních Hmotných Rezerv. Ovšem stavebník musí dodržet určité podmínky, aby dostal nárok k pronájmu systému PIŽMO. Běžně se tento systém nepronajímá.

Jednotlivé systémy byly porovnány pomocí multikriteriálního hodnocení variant s ohledem na únosnost věží, cena nájmu za jeden měsíc, doba trvání montáže a doprava na stavbu.

10. Závěr

Předmětem této diplomové práce je posouzení a výběr nejvhodnější systém podepření vodorovné částí mostních konstrukcí – mostovka. V úvodu jsem se věnoval typologii mostů a rozdělení mostů dle ČSN 73 6200. Dále jsem postupně rozebíral a popsal nejběžnější systémy od různých firem. Jejich výhody či nevýhody, technické parametry a vlastnosti. Tato teoretická část byla obsahově volena tak, aby informace a technické parametry byly použity v praktické části.

Do praktické části jsem si vybral tři různé rámové mosty, které realizovala firma EUROVIA v roce 2018. Vybral jsem si tři systémy podskružení – systém ROSETT a vysokopevnostní systém VST je od firmy PERI a provizorní systém PIŽMO. Ke každému systému byl zpracován výkres a cenová nabídka.

Jednotlivé systémy byly porovnány pomocí multikriteriálního hodnocení s ohledem na únosnosti, ceny, časové náročnosti na montáže a dopravu na staveništi.

Pro zpracování této diplomové práce byly využity jak informace získané při studium, tak informace z odborných publikací a norem.

Zdroje

Normy:

- [1] ČSN 73 6200. *Mosty - Terminologie a třídění.*
- [2] Nařízení vlády č. 362/2005 Sb. - Nařízení vlády o bližších požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na pracovištích s nebezpečím pádu z výšky nebo do hloubky.
- [3] Nařízení vlády č. 591/2006 Sb. - Nařízení vlády o bližších minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na staveništích

Tištěné zdroje:

- [4] ŠAFÁŘ, Roman. *Betonové mosty 1: přednášky.* V Praze: České vysoké učení technické, 2010. ISBN 978-80-01-04661-6.
- [5] ŠAFÁŘ, Roman. *Betonové mosty 2: přednášky.* V Praze: České vysoké učení technické, 2014. ISBN 978-80-01-05543-4.
- [6] BECHYNĚ, Stanislav. *Betonové mosty trémové a rámové: určeno ... pro navrhovatele i statiky v oboru mostních konstrukcí ... posluchače vys. škol inž. stavitelství.* 2. vyd. Praha: SNTL, 1954. Technický průvodce (SNTL).
- [7] STRÁSKÝ, Jiří a Radim NEČAS. *Betonové mosty I: Základní princip navrhování.* Brno: VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ, 2006.
- [8] STRÁSKÝ, Jiří a Radim NEČAS. *Betonové mosty II: Technologie výstavby mostů.* Brno: VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ, 2007.
- [9] POKORNÝ, Jiří a Vladimír SUCHÁNEK. *Betonové mosty II.* Pardubice: Univerzita Pardubice.
- [10] POKORNÝ, Jiří a Hynek ŠERTLER. *Mosty.* Pardubice: Univerzita Pardubice.
- [11] Armádní předpis Žel-6-4/1 - Mostní pilíř Pižmo. Díl I. Text a obrázky

Technické listy:

- [12] PERI, Weissenhorn, PERI UP Rosett, Návod k montáži a používání standardního provedení, 2012
- [13] PERI, Weissenhorn, PERI UP Rosett, Prospekt, 2007
- [14] PERI, Weissenhorn, Podpěrná věž ST 100, Návod k montáži a používání standardního provedení, 2009
- [15] PERI, Weissenhorn, Podpěrná věž ST 100, Prospekt, 2017
- [16] PERI, Weissenhorn, Podpěrná věž ST 100, Návod k montáži a používání standardního provedení, 2014
- [17] PERI, Weissenhorn, HD 200 - Vysokopevnostní podpěry, Návod k montáži a používání běžného provedení, 2007
- [18] PERI, Weissenhorn, VST – Vysokopevnostní podpěrná věž, Návod k montáži a používání, 2017
- [19] DOKA, Amstetten, Doka-nosná konstrukce Staxo 100, Informace pro uživatele, Návod k montáži a použití, 2015
- [20] SCASERV, Bratislava, Modulové lešení CUPLOK, Návod na sestavení a použití, 2013

Internetové zdroje:

- [21] www.peri.cz
- [22] www.doka.com
- [23] www.scaserv.cz
- [24] http://www2.ef.jcu.cz/~janaklic/oa/VHV_II.pdf
- [25] http://home.ef.jcu.cz/~janaklic/oa_zsf/VHV_II.pdf
- [26] <http://jana.kalcev.cz/vyuka/kestazeni/EKO422-sem1.doc>
- [27] <https://www.automarket.cz/mercedes-benz-actros-2536-6x2-7085>
- [28] www.mapy.cz
- [29] <https://www.google.cz/maps/preview>

Seznam obrázků

Obrázek 1 - Golden Bridge - Đà Nẵng, Việt Nam	12
Obrázek 2 - Těžké podskružení - VST	16
Obrázek 3 - Lehké podskružení - ROSETT	17
Obrázek 4 - Základní díly - ROSETT	18
Obrázek 5 - Zvedání pomocí jeřábu	20
Obrázek 6 - Lehké podskružení - ST 100	21
Obrázek 7 - Základní díly - ST 100	22
Obrázek 8 - Systém DOKA - STAXO 100	24
Obrázek 9 - Základní díly - STAXO 100	25
Obrázek 10 - Systém SCASERV - CUPLOK	27
Obrázek 11 - Základní díly - CUPLOK	28
Obrázek 12 - Provizorní systém - PIŽMO	30
Obrázek 13 - Systém PERI - HD 200	34
Obrázek 14 - Systém PERI - HD 200 & ROSETT	34
Obrázek 15 - Základní díly - HD 200	35
Obrázek 16 - Systém PERI HD 200	37
Obrázek 17 - Systém PERI - Vysokopevnostní systém VST	38
Obrázek 18 - Základní díly VST	39
Obrázek 19 - Vysokopevnostní systém VST v praxi	41
Obrázek 20 - Vysokopevnostní systém VST - montáž	42
Obrázek 21 - Vysokopevnostní systém VST - montáž II.	42
Obrázek 22 - Objekt 203	46
Obrázek 23 - Objekt 203 II.	46
Obrázek 24 - Objekt 205 a 206	47
Obrázek 25 - Objekt 205	47
Obrázek 26 - Objekt 206	48
Obrázek 27 - Maximální zatížení systému VST	51
Obrázek 28 - Maximální zatížení systému ROSETT	53
Obrázek 29 - Ukazovatel pracnosti	69
Obrázek 30 - Mercedes-Benz Actros 2536	71

Seznam tabulek

Tabulka 1 - Základní díly PIŽMO	31
Tabulka 2 - Porovnání parametrů lehkého podskružení	44
Tabulka 3 - Porovnání parametrů těžkého podskružení	45
Tabulka 4 - Posouzení GT nosníků	50
Tabulka 5 - Cenová nabídka PIŽMO - Objekt 205	64
Tabulka 6 - Cenová nabídka PIŽMO - Objekt 203	66
Tabulka 7 - Cenová nabídka PIŽMO - Objekt 206	68
Tabulka 8 - Technický parametr nákladního automobilu	71
Tabulka 9 - Počet automobilů - Objekt 205	71
Tabulka 10 - Počet automobilů - Objekt 203	72
Tabulka 11 - Počet automobilů - Objekt 206	72
Tabulka 12 - Určení vah - Saatyho metoda	73
Tabulka 13 - Výchozí tabulka pro srovnání jednotlivých metod - Objekt 205	74
Tabulka 14 - Vyhodnocení dle metody pořadí - Objekt 205	74
Tabulka 15 - Výchozí tabulka pro srovnání jednotlivých metod - Objekt 203	75
Tabulka 16 - Vyhodnocení dle metody pořadí - Objekt 203	75
Tabulka 17 - Výchozí tabulka pro srovnání jednotlivých metod - Objekt 206	75
Tabulka 18 - Vyhodnocení dle metody pořadí - Objekt 206	75
Tabulka 19 - Určení vah - Bodovací metoda	76
Tabulka 20 - Výchozí tabulka pro srovnání jednotlivých metod - Objekt 205	76
Tabulka 21 - Vyhodnocení dle bodovací metody – Objekt 205	77
Tabulka 22 - Výchozí tabulka pro srovnání jednotlivých metod - Objekt 203	77
Tabulka 23 - Vyhodnocení dle bodovací metody – Objekt 203	77
Tabulka 24 - Výchozí tabulka pro srovnání jednotlivých metod - Objekt 206	77
Tabulka 25 - Vyhodnocení dle bodovací metody – Objekt 206	77
Tabulka 26 - Určení vah - Saatyho metoda	78
Tabulka 27 - Výchozí tabulka pro srovnání jednotlivých metod - Objekt 205	78
Tabulka 28 - Vyhodnocení dle metody TOPSIS – Objekt 205	79
Tabulka 29 - Výchozí tabulka pro srovnání jednotlivých metod - Objekt 203	80
Tabulka 30 - Vyhodnocení dle metody TOPSIS – Objekt 203	80
Tabulka 31 - Výchozí tabulka pro srovnání jednotlivých metod - Objekt 206	80
Tabulka 32 - Vyhodnocení dle metody TOPSIS – Objekt 206	80
Tabulka 33 - Závěrečné vyhodnocení	82

Seznam příloh

Příloha 1 – Výkres objektu SO 203

Příloha 2 – Výkres objektu SO 205

Příloha 3 – Výkres objektu SO 206

Příloha 4 – Cenová nabídka objektu SO 203

Příloha 5 – Cenová nabídka objektu SO 205

Příloha 6 – Cenová nabídka objektu SO 206